



**AHP VE VIKOR YÖNTEMLERİNE DAYALI  
YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA**

**Sıla Nur GÜNAY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NİSAN 2017**

Sıla Nur GÜNAY tarafından hazırlanan “AHP VE VIKOR YÖNTEMLERİNE DAYALI YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman :** Yrd. Doç. Dr. Bahar ÖZYÖRÜK

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ....

**Başkan :** Prof. Dr. Serpil EROL

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ....

**Üye :** Yrd. Doç. Dr. Hatice ÇALIPINAR

İşletme, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum. ....

Tez Savunma Tarihi: 20/04/2017

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....  
Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Sıla Nur GÜNAY

20/04/2017

# AHP VE VIKOR YÖNTEMLERİNE DAYALI YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA

(Yüksek Lisans Tezi)

Sıla Nur GÜNAY

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Nisan 2017

## ÖZET

İşletmelerin ileriye dönük planlarının gerçekleşmesi açısından tedarikçi değerlendirme ve seçme büyük önem taşımaktadır. Tedarik zinciri yönetimindeki bu önemli sorunun üstesinden gelmek işletmelere avantaj sağlamaktadır. Son yıllarda çevreye duyarlılığın artması ile yeşil ilke ve stratejiler şirketlerin yeni rekabet aracı olmuştur. Firmalar yeşil uygulamalar ile verimliliklerini ve kârlılıklarını arttırmaktadır. Aynı zamanda çevreye olan olumsuz etkilerini de minimize etmektedirler. Bu çalışma ile paratoner ve topraklama malzemeleri üreten bir işletmenin çevreye duyarlı olan tedarikçileri seçilmeye çalışılmıştır. Yeşil tedarikçi seçiminde dikkat edilmesi gereken ana ve alt kriterler belirlenmiştir. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden (ÇKKV) birisi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Bulunan kriter ağırlıkları Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yönteminde kullanılarak şirket için en uygun yeşil tedarikçiler belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 90602

Anahtar Kelimeler : AHP, çok kriterli karar verme, yeşil tedarikçi değerlendirme, VIKOR

Sayfa Adedi : 100

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Bahar ÖZYÖRÜK

GREEN SUPPLIER SELECTION BASED ON AHP AND VIKOR METHODS AND AN  
APPLICATION

(M. Sc. Thesis)

Sıla Nur GÜNAY

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

April 2017

ABSTRACT

It is very important to evaluate and select suppliers in terms of occurring future plans of the companies. It provides advantage to the businesses to overcome this important issue in supply chain management. In the last few years, with the increasing sensitivity to the environment green principles and strategies have become new competition vehicle of enterprises. While companies try to increase productivity and profitability through green practices at the same time they want to minimize the negative effects on the environment. In this study, it has been tried to select environmentally sensitive suppliers of a firm who produces lightning rod and grounding materials. The main and sub criteria of green supplier selection are determined. Analytic hierarchy process (AHP) which is one of the methods of multi criteria decision making methods is used in criterion weight calculations. The most appropriate green suppliers are determined for the company by using Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) method.

Science Code : 90602

Key Words : AHP, green supplier evaluation, multiple-criteria decision making, VIKOR

Page Number : 100

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Bahar ÖZYÖRÜK

## TEŞEKKÜR

Çalıőmam süresince değerli zamanımı ayırarak bana yol göstermenin de ötesinde kendimi geliőtirmemi sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Bahar ÖZYÖRÜK' e teőekkürlerimi sunuyorum. Tezimin uygulama kısmının yapılandırılması sırasında yardımlarını benden esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma ve üzerimde emeği olan tüm hocalarıma teşekkür ediyorum. Ayrıca manevi desteklerinden dolayı aileme ve tüm dostlarıma, sonsuz teşekkür ederim.



**İÇİNDEKİLER**

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| ÖZET .....   | iv           |
| ABSTRACT.....  | v            |
| TEŞEKKÜR.....  | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....  | x            |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....                                      | x            |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....  | xii          |
| RESİMLERİN LİSTESİ .....                                       | xiii         |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                   | xiv          |
| 1. GİRİŞ.....  | 1            |
| 2. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ.....                                  | 3            |
| 2.1. Yeşil Tedarik Zincirinin Gelişimi .....                   | 6            |
| 2.2. Yeşil Tedarik Zincirine Gereksinim Yaratın Nedenler ..... | 8            |
| 2.2.1. Çevre kirliliğinin önlenmesi .....                      | 9            |
| 2.2.2. Doğal kaynakların korunması .....                       | 9            |
| 2.2.3. Geri kazanım.....                                       | 10           |
| 2.2.4. Sürdürülebilir kalkınma .....                           | 10           |
| 2.2.5. Rekabetin değışen koşulları .....                       | 11           |
| 2.2.6. İşletme dışı baskılar .....                             | 11           |
| 2.2.7. Toplumsal ilişkiler .....                               | 11           |
| 2.2.8. Tüketici tercihleri.....                                | 11           |
| 2.2.9. Eko-verimlilik .....                                    | 12           |
| 2.2.10. Yasal yükümlülükler .....                              | 12           |
| 2.2.11. Kurumsal risk.....                                     | 12           |

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| 2.2.12. Müşterilerin çevresel gereksinimleri.....   | 12           |
| 2.3. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Avantajları ve Dezavantajları.....                             | 13           |
| 2.4. Yeşil Tedarikçi .....  | 14           |
| <b>3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ AHP VE VIKOR</b>  | <b>17</b>    |
| 3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....  | 19           |
| 3.2. VİseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR).....                                 | 26           |
| <b>4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....   | <b>33</b>    |
| 4.1. Yeşil Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi için Literatür Araştırması .....                | 33           |
| 4.2. Yeşil Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Literatürü.....                    | 40           |
| <b>5. PARATONER, TOPRAKLAMA MALZEMELERİ ÜRETEN BİR İŞLETMENİN YEŞİL TEDARİKÇİLERİNİN SEÇİMİ</b> ..... | <b>47</b>    |
| 5.1. Modelin Hiyerarşik Yapısı .....  | 48           |
| 5.1.1. Yeşil tasarım .....  | 51           |
| 5.1.2. Yeşil üretim.....  | 52           |
| 5.1.3. Yeşil imaj.....  | 53           |
| 5.1.4. Yeşil depolama.....  | 53           |
| 5.1.5. Çevre yönetim sistemi.....   | 54           |
| 5.2. Yeşil Tedarikçi Seçim Probleminin Çözümü.....  | 56           |
| 5.2.1. AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi .....                                       | 56           |
| 5.2.2. VIKOR yöntemi ile tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi .....                             | 71           |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....   | <b>79</b>    |
| <b>KAYNAKLAR</b> .....  | <b>83</b>    |
| <b>EKLER</b> .....  | <b>93</b>    |
| EK-1. Ana kriterler için tutarlılık oranı.....  | 94           |

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| EK-2. Yeşil tasarım kriterleri için tutarlılık oranı .....         | 95           |
| EK-3. Yeşil üretim kriterleri için tutarlılık oranı.....           | 96           |
| EK-4. Yeşil imaj kriterleri için tutarlılık oranı .....            | 97           |
| EK-5. Yeşil depolama kriterleri için tutarlılık oranı .....        | 98           |
| EK-6. Çevre yönetim sistemi kriterleri için tutarlılık oranı ..... | 99           |
| ÖZGEÇMİŞ .....   | 100          |



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| <b>Çizelge</b>  | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| Çizelge 2.1. Geleneksel ve yeşil tedarik zinciri arasındaki fark .....  | 4            |
| Çizelge 2.2. Yeşil tedarik zincirinin avantajları ve dezavantajları .....   | 14           |
| Çizelge 3.1. AHP ölçeğinin dereceleri ve açıklamaları... ..   | 23           |
| Çizelge 3.2. $n*n$ boyutundaki $A$ ikili karşılaştırma matrisi.....   | 24           |
| Çizelge 3.3. Kriter sayısına bağlı olarak rastsal indeks değerleri .....  | 25           |
| Çizelge 4.1. Yeşil tedarikçi seçim kriterlerine dayalı literatür taraması.....  | 33           |
| Çizelge 4.2. Yeşil tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri literatür taraması .....                   | 40           |
| Çizelge 5.1. Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak ana ve alt kriterler .....  | 57           |
| Çizelge 5.2. Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak ölçek .....   | 59           |
| Çizelge 5.3. Ana kriterler için geometrik ortalama.....   | 60           |
| Çizelge 5.4. Yeşil tasarım kriteri için geometrik ortalama .....  | 61           |
| Çizelge 5.5. Yeşil üretim kriteri için geometrik ortalama .....   | 63           |
| Çizelge 5.6. Yeşil imaj kriteri için geometrik ortalama.....  | 64           |
| Çizelge 5.7. Yeşil depolama kriteri için geometrik ortalama .....   | 65           |
| Çizelge 5.8. Çevre yönetim sistemi kriteri için geometrik ortalama .....  | 66           |
| Çizelge 5.9. Alt faktörlere ilişkin global ağırlıklar .....   | 67           |
| Çizelge 5.10. Ana kriterler için karşılaştırma matrisi .....  | 68           |
| Çizelge 5.11. Ana kriterler için normalize matris.....  | 68           |
| Çizelge 5.12. Öncelik vektörü hesabı .....  | 68           |
| Çizelge 5.13. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçek.....  | 70           |
| Çizelge 5.14. Alternatiflerin aldığı değerler ( $f_{ij}$ ) ile en iyi ( $f_i^*$ ), en kötü ( $f_i^-$ ) değerler ..... | 71           |
| Çizelge 5.15. Normalizasyon matrisi.....  | 72           |

| <b>Çizelge</b>   | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| Çizelge 5.16. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi .....       | 73           |
| Çizelge 5.17. Alternatiflere ilişkin S, R, Q değerleri.....          | 74           |
| Çizelge 5.18. Sıralama sonuçları .....                               | 75           |
| Çizelge 5.19. Tedarikçilerin S, R ve Q değerlerinin sıralanması..... | 75           |



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil   | Sayfa |
|---|-------|
| Şekil 2.1. Geleneksel tedarik zinciri .....                                   | 3     |
| Şekil 2.2. Genişletilmiş tedarik zinciri.....                                 | 5     |
| Şekil 3.1. AHP problem yapısı.....  | 20    |
| Şekil 3.2. AHP yöntemi aşamaları.....   | 22    |
| Şekil 3.3. İdeal ve uzlaşık çözümler.....                                     | 27    |
| Şekil 3.4. VIKOR yöntemi aşamaları.....                                       | 28    |
| Şekil 5.1. Zararlı madde yönetim sisteminde tedarikçi seçimi hiyerarşisi..... | 49    |
| Şekil 5.2. Yeşil tedarikçi seçim kriterleri.....                              | 49    |
| Şekil 5.3. Yeşil tedarikçi seçimi modeli.....                                 | 50    |

**RESİMLERİN LİSTESİ**

| <b>Resim</b>  | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| Resim 5.1. Super Decisions programında hiyerarşik yapı oluşturulması.....             | 58           |
| Resim 5.2. Ana kriterlerin ikili karşılaştırmalara anket görünümü.....                | 60           |
| Resim 5.3. Ana kriterlerin ikili karşılaştırmalara matris görünümü .....              | 61           |
| Resim 5.4. Yeşil tasarım kriterinin ikili karşılaştırmalara matris görünümü .....     | 62           |
| Resim 5.5. Yeşil üretim kriterinin ikili karşılaştırmalara matris görünümü .....      | 63           |
| Resim 5.6. Yeşil imaj kriterinin ikili karşılaştırmalara matris görünümü.....         | 64           |
| Resim 5.7. Yeşil depolama kriterinin ikili karşılaştırmalara matris görünümü.....     | 65           |
| Resim 5.8. Çevre yönetim sistemi kriterinin ikili karşılaştırmalara matris görünümü.. | 66           |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| Simge            | Açıklamalar  |
|------------------|--|
| $A$              | Atık malzeme   |
| $a_{ij}$         | $i$ kriterinin $j$ kriterine göre önemini gösteren değer                 |
| $a'$             | $Q$ değerine göre sıralamada ikinci sırada yer alan alternatif           |
| $a''$            | $Q$ değerine göre sıralamada ilk sırada yer alan alternatif              |
| $c_i$            | $i$ . kriter   |
| $c_j$            | $j$ . kriter   |
| $F^c$            | Uzlaşık çözüm  |
| $F^*$            | İdeal çözüm  |
| $f_j^*$          | Kriterler için en iyi değer  |
| $f_j^-$          | Kriterler için en kötü   |
| $f_{ij}$         | $i$ alternatifinin $j$ kriterine göre değerlendirme sonucu               |
| $L_p$            | Toplama fonksiyonu   |
| $n$              | Kriter sayısı  |
| $Q_i$            | İndeks değeri  |
| $R_i$            | $i$ . alternatif için en kötü grup skoru                                 |
| $r_{ij}$         | $i$ . alternatifin $j$ . kritere göre normalize değeri                   |
| $S_i$            | $i$ . alternatif için ortalama grup skoru                                |
| $v$              | Maksimum grup faydası  |
| $v_{ij}$         | $i$ .alternatifin $j$ . kritere göre ağırlıklandırılmış normalize değeri |
| $W_j$            | Kriterlerin önem ağırlıklarını   |
| $x_{ij}$         | $i$ . alternatifin $j$ . kritere göre değerlendirme sonucu               |
| $\lambda_{\max}$ | En büyük öz değer  |

**Kısaltmalar****Açıklamalar**

|              |   |
|--------------|---|
| <b>AAP</b>   | Analitik ağ prosesi                                   |
| <b>AHP</b>   | Analitik hiyerarşi prosesi                            |
| <b>CI</b>    | Tutarlılık indeksi                                    |
| <b>CR</b>    | Tutarlılık oranı                                      |
| <b>ÇKKV</b>  | Çok kriterli karar verme                              |
| <b>EPA</b>   | Çevre koruma örgütü                                   |
| <b>EMS</b>   | Çevre yönetim sistemi                                 |
| <b>GSC</b>   | Yeşil tedarik zinciri                                 |
| <b>ISO</b>   | Uluslararası standartlar örgütü                       |
| <b>JIT</b>   | Tam zamanında üretim                                  |
| <b>RI</b>    | Rassal indeks   |
| <b>MRP</b>   | Malzeme ihtiyaç planlama                              |
| <b>MOP</b>   | Çok amaçlı programlama                                |
| <b>TQM</b>   | Toplam kalite yönetimi                                |
| <b>VIKOR</b> | Vise kriterijumska optimizacija i kompromisno resenje |
| <b>VZA</b>   | Veri zarflama analizi                                 |
| <b>YTZY</b>  | Yeşil tedarik zinciri yönetimi                        |

## 1. GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetimi sayesinde işletmeler giderek büyüyerek yeni pazarlara açılmışlardır ve sahip oldukları pazarda da daha güçlü bir konuma gelmişlerdir. Bunun sonucunda üretim ve tüketim büyük oranda artmıştır. Üretimin ve tüketimin artması birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Üretimin artmasıyla birlikte doğal kaynaklar ciddi oranda azalmıştır. Üretim yerlerinden çıkan gazlar, atık maddeler, zehirli kimyasallar, atık sular ve bunlar gibi daha birçok zararlı madde doğanın dengesini bozmuştur. Tüketimin artmasıyla birlikte ise kullanım sonrasında oluşan atıklar insan sağlığını ve dünyanın ekolojik dengesini ciddi şekilde tehdit eder hale gelmiştir. Günümüzde doğal kaynakların ve ekosistemin korunması, insanoğlunun yaşamını sürdürmek için yürüttüğü tüm faaliyetlerin çevreye olumsuz etkilerinin azaltılması çağımızın en önemli konularından bir tanesidir.

Artık tüketiciler ihtiyaçlarının en iyi şekilde karşılanmasının yanı sıra, kendilerine ve çevreye değer verilmesini, saygı gösterilmesini beklemektedir. İşletmeler tüketicilerin ihtiyaçlarına cevap verebilmek için iş süreçlerini; kaliteyi ve karlılığı optimize edecek şekilde düzenlemişlerdir.

Yeşil tedarik zinciri, ürünlerin tüm yaşam döngüleri boyunca çevreye duyarlı yaklaşımını ele almaktadır. Temel mantığı ürünün hammadde halinden tüketilinceye kadar hatta tüketildikten sonra ki atıklarının çevreye zararının minimize edilmesiyle üretiminin gerçekleştirilmesidir. Yeşil tedarik zinciri çevre ve kalite belgelerine sahip olunmasıyla üretimin gerçekleştirilmesini sağlar.

Gelecekte yeşil tedarik zinciri yönetim sistemleri; azalan hammadde kaynakları, atık sahalarının dolması, artan kirlilik gibi çevresel bozulmalar nedeniyle önemli bir rekabet unsuru olacaktır. Yeşil tedarik zincirinin ilk halkası olan tedarikçiler ise oldukça büyük öneme sahiptir (Shang, Lu ve Li, 2010).

Üretici süreçlerini ve ürünlerini çevreyle dost hale getirmeyi planlıyor ve yeşil tedarik zinciri uygulamalarını benimsemek istiyor ise buna tedarikçi seçimi aşamasından başlamak durumundadır. Tedarikçi seçimi ile başlayan bu süreçte tedarikçilerin kalite ve çevre beklentilerine uygunlukları sorgulanmalı, tedarikçilerle birlikte çalışma süresince sorgulama ve denetimlerin sürekliliği sağlanmalıdır.

Çalışmanın amacı, paratoner ve topraklama malzemeleri üreten bir işletmenin yeşil tedarikçilerinin, AHP ve VIKOR yöntemlerine dayalı bir yaklaşım ile sıralanmasıdır. Firmanın hammadde kaynaklarının %80'nini bakır oluşturmaktadır. Bakır mamulleri üretilirken; Katot bakır, blister bakır, geri dönen malzeme gibi hammaddeler kullanılmaktadır. Hammaddelerin rafinasyon, sürekli döküm, çekme, kaplama, bükme gibi işlemlere uğraması sonucunda; filmasin, tek teller, çoklu teller gibi ürünler elde edilmektedir. Bakır mamuller üretilirken oluşan atıklar; yakma bacalarından çıkan gaz atıkları (kükürt dioksit gazı), atık elektrolit, atık yağlar, arıtma çamurları ve atık absorbanlardır. Bakır tedarikçilerinin çevreye duyarlılık bilinci içerisinde olması ve çevreye minimum zararla faaliyetlerini yürütmeleri gerekmektedir. Bu nedenle tedarikçi seçiminde bakırın imalatta kullanılmasında çevreye zarar vermeden çalışmak çok önem arz etmektedir. Bu açıdan yapılan bu çalışma dikkat çekicidir.

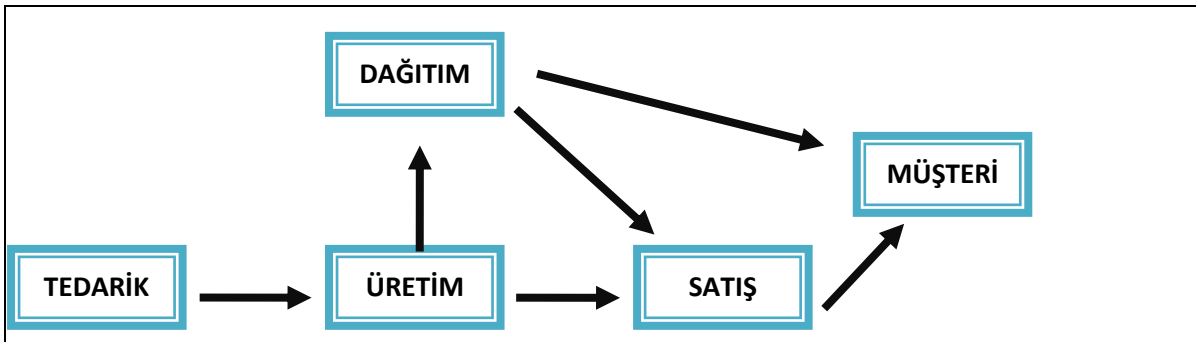
Bu tez çalışmasında tedarik zinciri yönetiminde önemli bir yere sahip olan tedarikçi seçimi ele alınmıştır. Bu kapsamda çalışmanın giriş bölümünde, yeşil tedarik zinciri kavramı ve önemi anlatılmıştır. İkinci bölümde, yeşil tedarik zincirinin gelişimi, gereksinim yaratan nedenleri ve yeşil tedarikçi ile ilgili kavramlar açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, yeşil tedarikçi seçim probleminin çözümünde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve VIKOR yöntemlerinin adımları açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, yeşil tedarikçi seçim kriterlerine dayalı literatür taraması ve yeşil tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür taraması sunulmuştur. Literatür taraması sonucunda yeşil tedarikçi seçimine etki eden kriterler ve yöntemler belirlenmiştir. Beşinci bölümde, paratoner ve topraklama malzemeleri üreten bir işletmenin yeşil tedarikçilerinin sıralanması problemi ele alınmıştır. Firma için uygun yeşil tedarikçi seçim kriterleri belirlenmiş ve açıklanmıştır. Yeşil tedarikçi seçim kriterleri belirlendikten sonra kriterler arası ilişkiler ele alınarak hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Kriter ağırlıkları, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi kullanılarak Super Decisions v2.8 paket programı yardımıyla belirlenmiştir. Daha sonra yeşil tedarikçilerin sıralanmasında VIKOR yönteminden faydalanılmıştır. Hesaplamalar Microsoft Office Excel 2010 programı yardımıyla yapılmış olup yeşil tedarikçilerin sıralaması verilmiştir. En son bölümde yeşil tedarikçi seçiminde öne çıkan kriterler, firma için yapılan hesaplamalar yorumlanmış ve gelecekte yapılacak çalışmalar için bir yol haritası sunulmuştur.

## 2. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ

Mal hareketi ile başlayıp son tüketim noktasına kadar tüm faaliyetleri içeren tedarik zinciri, müşteri beklentilerini karşılamak amacıyla, malzeme ve bilgi akışının kontrol edilmesi, yönetilmesi ve geliştirilmesinde birbirine bağlı ve işbirliği içinde çalışan organizasyonlar ağıdır (Handfield, Ernest ve Nichols, 1999). Şekil 2.1’ de geleneksel tedarik zincirine ait ağ gösterilmiştir.

Üreticiler yasal ve sosyal sorumluluklar gereğince 1980’li yıllardan itibaren daha çevreci uygulamaların arayışına girmiştir. Çevre yönetim sisteminin kurulması gerektiği düşüncesi üzerinde durulmuştur. Yeşil üretim, yeşil tasarım, yeşil satın alma, atık yönetimi, tersine lojistik gibi kavramlar ve nihayetinde yeşil tedarik zinciri 1990’lı yıllardan günümüze kadar uzanan süreç içinde işletmelerin gündemine girmiştir.

Tedarik zinciri kavramı 1970’lerde ortaya çıkmıştır. 1980’li yıllarda tedarik zinciri yönetimi kavramı kullanılmaya başlanmıştır. 1990’lı yıllardan itibaren tedarik zinciri yönetimi hızlı bir gelişim göstermiş ve tedarikçiler arasında önem kazanmıştır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi; israf ve atıkların azaltılması, ürün ve ham maddelerin, doğal kaynakların korunması ve bu kaynakların sürdürülebilir kılınması gibi amaçlar içerdiğinden 1990’lı yıllarda itibaren akademik çevreler ve üreticilerin ilgisini çekmiştir (Fortes, 2009).



Şekil 2.1. Geleneksel tedarik zinciri

İşletmeler klasik tedarik zinciri yönetiminin içerisine çevresel unsurları ve sosyal sorumluluk anlayışını dahil ederek “Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi” anlayışını geliştirmişlerdir.

Tedarik zinciri kavramına “yeşil” sıfatı eklenerek kapsamının genişletilmesiyle organizasyon, satın alma, üretim ve lojistik fonksiyonları da çevresel duyarlılık bilincini içerecek şekilde tasarlanmıştır (Simpson, Power ve Samson, 2007). Firmalar yeşil uygulamalar ile hem verimliliklerini ve kârlılıklarını arttırmayı hedeflerken hem de çevreye olan olumsuz etkilerini minimize edip, farkındalık yaratmak istemektedirler. Yeşil tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin doğal çevre üzerindeki etkilerini azaltmayı hedeflemektedir.

Geleneksel ve yeşil tedarik zinciri arasındaki farklılıklar değişik karakteristik özellikler dikkate alınarak Çizelge 2.1’ de sunulmuştur (Ho, Shalishali, Tseng, Ang, 2009).

Çizelge 2.1. Geleneksel ve yeşil tedarik zinciri arasındaki farklılıklar

| KARAKTERİSTİK               | GELENEKSEL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ                       | YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ          |
|-----------------------------|---|---|
| Amaçlar ve Değerler         | Ekonomi   | Ekonomi ve çevre                        |
| Çevresel İyileştirme        | Yüksek çevresel etki                                      | Entegre yaklaşım düşük çevresel etki    |
| Tedarikçi Seçim Kriteri     | Fiyatlara dayalı tedarikçi değiştirme kısa dönemli ilişki | Çevresel yönler, uzun dönemli ilişkiler |
| Maliyet Baskısı ve Fiyatlar | Yüksek maliyet baskısı, düşük fiyat                       | Yüksek maliyet baskısı, yüksek fiyat    |
| Hız ve Esneklik             | Yüksek  | Düşük                                   |

Hervani’ ye göre yeşil tedarik zinciri yönetimi aşağıdaki unsurlardan oluşmaktadır (Hervani, Helms, Sarkis, 2005).

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi (YTZY) = Yeşil Satın Alma + Yeşil Üretim / Malzeme Yönetimi + Yeşil Dağıtım / Yeşil Pazarlama + Tersine Lojistik

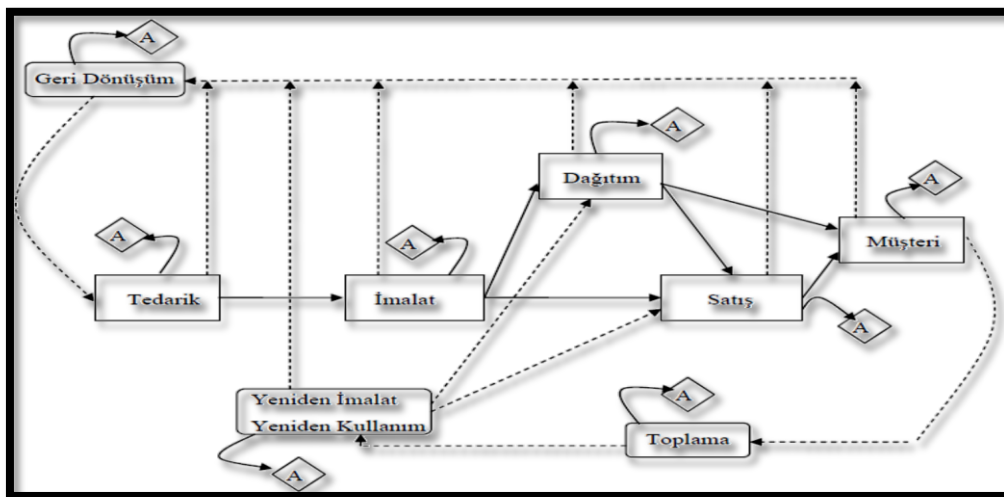
Nunes, Marques ve Ramos (2004), yeşil tedarik zinciri yönetiminde üç boyuttan söz eder. Yeşil tedarik zinciri yönetimi tedarik, malzeme temini, dağıtım, depolama, geri dönüştürme gibi kavramları içerdiğinden dolayı lojistikle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca yeşil tedarik zinciri uygulamalarının uzun dönemli asıl amacı çevreyi korumak olduğundan

dolayı strateji, çevre ve lojistiğin ara yüzü şeklinde ifade edilmiştir. Bowen' e göre ise yeşil tedarik üç türü bulunmaktadır (Bowen, Cousins, Lamming, Faruk, 2001). Bunlar;

- Geri dönüşüm girişimleri; ambalajlamayı elimine etmek için tedarikçilerle işbirliğini içeren, tedarikçilerin yönetim aktivitelerine adaptasyonunu temsil eden yeşil tedarik sürecidir.
- Ambalajlama gibi tedarikçi girdilerinin, ürünlerinin yönetilmesidir.
- Tedarikçilerin temiz teknoloji programlarına katılımı ve alıcıların performans değerlemesi ve risk paylaşımında çevresel kriterleri kullanması gibi proaktif yaklaşımları içeren ileri yeşil tedariktir.

YTZY' nin temel amacı, firmanın tedarik zincirinde değer yaratırken çevrenin de önemini açıklamaktır. YTZY sayesinde tedarik zinciri; enerji, emisyonlar, kimyasallar, katı atıklar gibi her türlü atıkların çevreye olan olumsuz etkilerinden arındırılmaktadır (Hsu ve Hu, 2008).

Şekil 2.2' de genişletilmiş tedarik zinciri yapısı gösterilmektedir. Görüldüğü üzere yeşil tedarik zinciri, hammaddenin yeryüzüne çıkarılmasıyla başlayıp, sırasıyla imalatçı, toptancı, perakendeci ve son müşteri ile sona ermektedir. Zincir, ürünün yeniden kullanımı veya geri dönüşümünü de kapsamaktadır. Genişletilmiş tedarik zincirinde planlama, ürün tasarımı, imalat, fabrikasyon, montaj, taşıma, depolama, dağıtım fonksiyonları da yürütülmektedir. "A" ile atık malzemeler simgelenmiştir.



Şekil 2.2. Genişletilmiş tedarik zinciri (Beamon, 1999)

Tedarik zincirini oluşturan bileşenler üreticiler, dağıtıcılar, perakendeciler, hizmet sağlayıcılar olarak sınıflandırılabilir.

*Üreticiler*; mal/hizmet üreten işletmelerdir. Hammadde üreticileri ve nihai ürünlerin üreticileri de bu gruba girer.

*Dağıtıcılar*; üreticilerden müşterilere mal/hizmetin ulaştırılmasını sağlarlar. Dağıtıcılar aynı zamanda toptancı olarak da bilinirler. Diğer işletmelere satış yaparlar ve bireysel müşterinin aldığından daha çok miktarda ürün alır ve satarlar. Dağıtıcılar müşterinin ürünü istediği zamanda ve istediği yere ulaştırır. Bunların yanında müşteri desteği ve satış sonrası hizmet de sağlarlar.

*Perakendeciler*; ürün stoklar ve nihai tüketicilere küçük miktarlarda satış yaparlar. Perakendeciler ve zincirdeki diğer katılımcılar için müşteri algıları, beklenti ve şikâyetleri talebi etkileyen en önemli faktör olarak görülmelidir.

*Hizmet sağlayıcılar*; üreticilere, dağıtıcılara, perakendecilere ve müşterilere hizmet sağlarlar. Hizmet sağlayan işletmeler, özel bilirkişilik/uzmanlık desteği verirler ve tedarik zinciri içerisinde gerek duyulan faaliyetler ile ilgili beceri birikimine sahiptirler. Genellikle bilinen hizmet sağlayıcıları, taşıma ve depolama işletmeleridir. Bu tür nakliye ve depo firmaları lojistik sağlayıcılar olarak da bilinirler. Finansal hizmet sağlayıcıları ise kredi analizleri yaparlar; kredi verirler ve faturaları tahsil ederler. Diğer hizmet sağlayıcılar ise, bilgi teknolojileri ve veri toplama, saklama ve analiz etme gibi hizmetler verirler.

## **2.1. Yeşil Tedarik Zincirinin Gelişimi**

Sanayi devriminden itibaren doğal kaynakların korunması, çevresel duyarlılık toplumlar için önemli bir unsur olmuştur. 1900'lü yıllardan başlayarak 1960'lı yıllara kadar devam eden dönemde, lojistik, işletmeler için sadece depolama ve taşıma gibi temel fiziksel dağıtım fonksiyonları olarak görülmekteydi. Bu dönemde işletmeler lojistiğe, pazarlama, satış ve üretim fonksiyonlarına göre daha az önem vermekte ve temel olarak da; envanter, taşıma, depolama, sipariş işleme gibi faaliyetleri yürüten taktiksel bir faaliyet olarak görmekteydiler. Bilgisayarların gelişmemiş ve yaygınlaşmamış olması ve piyasalardaki iktisadi durgunluk da lojistiğin gelişmemesinin sebepleri olarak sayılabilir. İşletmeler bu

dönemde dikey örgüt yapılarına sahiptirler ve faaliyetlerin optimizasyonu tamamen fonksiyonlar üzerine odaklanmıştır. Üretim sistemleri de daha çok Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) üzerinde durmaktaydı (Aydın, 2005).

1970'lerde Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) sisteminin tanıtılmasından sonra yöneticiler; süreç içi çalışmaların, üretim maliyeti, kalite, yeni ürün geliştirme ve dağıtım da tedarik zamanlarının öneminin farkına varmışlardır. Bu dönemde, işletmeler kendi içlerinde pazarlama, üretim ve finansman ile ilgili dağıtım faaliyetlerini yürütecek merkezi bir fiziksel dağıtım bölümü oluşturmuşlar ve her bir faaliyetin lojistiğini ayrı ayrı en iyi seviyeye getirmek yerine bütün sistemin lojistik yönetimini birleştirmek gerekliliğini anlamışlardır. Böylece, her bir sürecin maliyetini azaltmak yerine bütün sistemin maliyetini bir bütün olarak ele alan tüm lojistik hizmetler maliyeti yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşım sonucunda depolama, taşıma ve müşteri hizmet seviyeleri bütünleştirilmiş ve tedarik zinciri yönetimi gelişiminin ilk basamağı olarak adlandırılan fiziksel dağıtım yönetimi aşamasına geçilmiştir (Karasu, 2006).

1980'li yıllarda işletmeler için özellikle rekabet ve kalite kavramları önem kazanmıştır. Bu dönemde işletmeler özellikle iki önemli yönetim felsefesi olan Tam Zamanında Üretim (JIT) ve Toplam Kalite Yönetimi (TQM) uygulamalarına yönelmişlerdir. Tam zamanında üretim ve tedarik zinciri yönetimi, atık azaltma ve işlemsel etkinliği artırmaya odaklanmaktadır (Sarkis, Zhu ve Lai, 2010). İşletmeler, yüksek kalite ve düşük maliyet kavramları öncelikli olmak üzere, ürün geliştirme, müşteriye teslimat zamanının kısalığı, esnek ve yalın üretim süreçleri, iş güçlerinin yaratıcı ve katılımcı olması gibi yeni kavramlar üzerine eğilmişlerdir. Bu kavramların ortak özelliği rekabet avantajı sağlaması olmuştur. İşletmeler daha önceden çok fazla önem vermedikleri ancak bu dönemde rekabet avantajı olarak kullanabileceklerini anladıkları lojistik fonksiyonlarının entegrasyonuna önem vermişlerdir (Aydın, 2005).

1990'lı yılların başından itibaren ise işletmeler; pazarlarda meydana gelen değişikliklere, tedarik kanalında işbirliği kuran işletmelerin geliştirdikleri yeni üretim yeteneklerini kullanarak ve bütünleşik lojistik fonksiyonlarını genişleterek cevap vermeye çalışmışlardır. Küreselleşme, müşteri beklentilerinin artması, ortaklıklar, işletmelerin yeniden yapılanması ve bilgi iletişim teknolojilerinin hızlı gelişim göstermesi işletmeleri önemli değişiklikler yapmaya itmiştir. Lojistik yönetiminin üçüncü dönemi; müşteri hizmetlerini

en düşük maliyet ile artırabilmek amacıyla iç lojistik faaliyetleri ve stratejileri ile kanaldaki iş ortaklarının stratejilerinin birleşmesine dayanmaktadır. Yeni bir rekabet avantajı olarak ifade edilebilecek olan dördüncü dönemde ise, kanal ortakları arasında sadece bir lojistik birleşmeden ziyade, ortaklar ile yakın ilişkilerin geliştirilmesi söz konusudur.

Tedarik zinciri yönetiminin gelişimindeki diğer dönemler lojistiği, pazarlama ve satış amaçlarına ulaşmak amacıyla ihtiyaç duyulan kaynakları sağlamak için başvurulacak en iyi işletme içi stratejik kaynak olarak görülürken; tedarik zinciri yönetimi döneminde, lojistik birleşme faaliyetleri, rekabet avantajı sağlayabilecek olan yetenekleri birbirlerine bağlamaktadır (Ross, 1998). Bu dönem, bütünleştirilmiş tedarik zinciri yönetimi dönemi olarak adlandırılmıştır (Özdemir, 2004). Birbirini takip eden bu dönemlerden sonra ise, günümüzde yeşil tedarik zinciri kavramı ortaya çıkmıştır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi, geleneksel tedarik zinciri üzerinden ortaya çıkmıştır. 1980'lerin sonundaki kalite ve 1990'ların başındaki tedarik zinciri devrimi, işletmeleri çevresel bilince yöneltmiştir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi, doğal kaynakların etkin kullanımı ile ürün yaşam kalitesini arttırarak ve atıkların azaltılmasını sağlamayı hedeflemiştir (Srivastava, 2007).

Yeşil tedarik zinciri başlangıçta daha yönetimsel, daha az teknik kapsama sahip, lojistik, satın alma gibi konularla başlamıştır. Daha sonra çevresel odaklılık içerisinde ki tersine lojistik, lojistik, pazarlama, işlemler ve satın alma ile bütünleşmiştir (Sarkis, Zhu ve Lai, 2010).

## **2.2. Yeşil Tedarik Zincirine Gereksinim Yaratan Nedenler**

Kentleşme ve sanayileşmenin artması sonucunda çevre sorunları her geçen gün artmakta ve doğal kaynaklar sürekli azalmaktadır. Artan çevre sorunları ve doğal kaynakların azalması tüketicileri bilinçlendirmekte, hükümetleri ise gerekli tedbirlerin alınması yönünde harekete geçirmektedir. İşletmeler tehditleri fırsata çevirmek amacıyla yeşil tedarik zinciri uygulamalarına ihtiyaç duymaktadırlar. Yeşil tedarik zincirine gereksinim yaratan nedenleri sıralayacak olursak;

- Çevre kirliliğinin önlenmesi
- Doğal kaynakların korunması
- Geri kazanım

- Sürdürülebilir kalkınma
- Rekabetin değişen koşulları
- İşletme dışı baskılar
- Toplumsal ilişkiler
- Tüketici tercihleri
- Eko verimlilik
- Yasal yükümlülükler
- Kurumsal risk
- Müşterilerin çevresel gereksinimleri (Özesen, 2009).

### **2.2.1. Çevre kirliliğinin önlenmesi**

Hükümet tarafından verilen çevresel desteğe artı olarak işletmeler kendi önlemlerini almışlardır ve uygulamışlardır. ABD’ de pek çok küçük işletmede muhasebe, personel ve idarî birimlerin yanı sıra çevreyle ilgili birimler bulunmaktadır. Bu birimler işletmelerin yeşil tedarik zinciri departmanlarıdır. Yeşil tedarik zinciri departmanları, üretimden kaynaklı atıkların nasıl geri kazanılacağına araştırılması ve atıkların çevreye olan olumsuz etkilerinin minimize edilmesinin üzerine çalışmaktadır. Böylece işletmeler geri dönüşümler sayesinde maliyetlerini de düşürmektedir. İşletmelerin özellikle lojistik faaliyetleri sırasında çevreye verdikleri zararlar çok fazladır. Yeşil tedarik zincirinin ihtiyacı bu gibi noktalarda ortaya çıkmaktadır. Örneğin; konteynır ve soğuk hava taşımacılığının gelişmesiyle bozulabilir ürünlerin depolama maliyetleri azalmıştır. Konteynır taşımacılığı ile kamyonların arkasına yüklenen konteynırlar doğrudan gemilerden veya kamyonlardan alınıp demiryollarına aktarılabilir. Bu şekilde malların ulaşım araçlarındaki değişimi hem çok hızlanmakta hem de çevreye verilen zarar en az seviyede tutulmaktadır (Tagraf, 2002).

### **2.2.2. Doğal kaynakların korunması**

Sanayi bölgelerinde su, hava, toprak kirliliğiyle sınırlı olduğu sanılan çevre sorunları ozon tabakasının incelmelerinden biyolojik çeşitliliğin yok olmasına, küresel ısınmaya, deniz ve okyanusların kirlenmesine, hızlı nüfus artışına, erozyon ve doğal kaynakların tükenmesine kadar birçok konuyu kapsamaktadır. Yenilenebilmesi imkânsız olan petrol, doğalgaz, kömür gibi enerji kaynakları, madenler, ormanlar, yiyecek türleri, temiz hava, toprak ve

içme suyu gibi doğal kaynaklarımız hızlı bir tükenme sürecine girmiştir. Bu gibi sorunların ortaya çıkmasından sonra üreticilerin asıl hedefi, olabildiğince az girdi ve enerjiyle en az atık çıkartabilecek üretimleri geliştirmektir. Bu bağlamda işletmeler; kirliliğe neden olduktan sonra yok etmek yerine, kirliliğe neden olmayacak üretimi kaynaktan sağlamaktadırlar. Bu amaca ulaşmak için işletmeler şu yöntemleri uygulamaktadırlar (Ener, 1997);

- Ürünlerini yeniden tasarlamak,
- Üretim süreçlerini kirliliğe yol açmayacak şekilde yeniden tasarlamak,
- Daha az malzeme ve enerji girdisi kullanmak,
- Alternatif kaynak kullanım metotlarını geliştirmek,
- Dağıtım sistemlerini daha verimli hale dönüştürmek,
- Atıklarını yeniden değerlendirmek.

### **2.2.3. Geri kazanım**

Malzeme geri kazanımı yeşil tedarik zinciri yönetiminin temelini oluşturmaktadır. Malzeme geri kazanımının işletmeye sağladığı faydaların başında, üretim sürecinde ortaya çıkan atıkların tekrar değerlendirilmesi sonucu maliyetlerin düşmesi gelmektedir. Bir yandan da sosyal yükümlülükler yerine getirilmiş olmaktadır. Atık yönetimi ve çevresel duyarlılık kavramlarını barındıran geri kazanım, işletmeleri yeşil tedarik zincirine yönlendirmiştir.

### **2.2.4. Sürdürülebilir kalkınma**

Çevre bilimcileri 21. yüzyıl için gerekli olduğunu öne sürdükleri küresel kalkınma modelinin “Sürdürülebilir Kalkınma” modeli olduğunu iddia etmektedirler. Bu model insan ve doğa arasında denge kurarak; insanların doğal kaynakları bilinçli olarak kullanmasını, bunları gelecek nesillerle aktararak gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasını ve üretim, tüketim süreçlerinde oluşan artık ve atıkları zararsız hale getirilmesini sağlayan bugünün ve geleceğin planlanmasıdır. Sürdürülebilir kalkınma; sosyal, ekonomik, ekolojik, mekânsal ve kültürel boyutlarla insanın yönetiminde şekillenmektedir.

### **2.2.5. Rekabetin değişen koşulları**

Şirketler zamanla çevresel konuların rekabet aracı olmaya başladığını fark etmişlerdir ve ayırdıkları fon miktarını arttırmışlardır. Rekabette lider rolünü üstlenen işletmeler tedarik zincirlerinde çevresel faktörleri fazlasıyla göz önüne bulundurmaktadırlar. Rekabet avantajıyla birlikte şirketlerin karlılık oranlarında da yükselme meydana gelir.

### **2.2.6. İşletme dışı baskılar**

Tüm dünyada çevrecilik anlayışı hızla artan çevre kirliliği problemleriyle daha büyük bir önem kazanmıştır. İşletmeler, çevre ile ilgili sorunlar konusunda her yandan gelen baskılar altında kalmaktadırlar. İşletme yöneticileri ise, bu değişimi işletme politikalarına uygulamaktadırlar (Ener, 1997). Hükümetlerin çevresel yaptırımları ve tüketici baskıları, işletmeleri çevreci taleplere daha fazla uyumlu olmaya zorlamaktadır.

### **2.2.7. Toplumsal ilişkiler**

Günümüzde tüketiciler çevre koruma bilinciyle hareket etmekte olduğundan toplumsal sorumluluk bilinci artmaktadır. Artan çevre kirliliği ve doğal kaynakların azalması konularına olan ilginin artması ile firmalar içinde buldukları topluma karşı daha duyarlı olmak zorunda kalmaktadırlar.

### **2.2.8. Tüketici tercihleri**

Küreselleşme, yoğun rekabet, iş etiği, çevrecilik, yasal düzenlemeler vb. konular işletmelerin pazarlama yöneticilerini, tüketicilerin, organizasyonların ve toplumun isteklerini birlikte karşılayabilecek çözümler bulmaya yöneltmektedir. Bilinçlenen ve çevreye daha da duyarlı olan tüketiciler artık işletmelerin tüm faaliyetlerini yakından incelemektedirler. Tüketiciler satın alma tercihlerinde çevreye duyarlı bir şekilde tedarik, üretim ve dağıtım yapan işletmelerin ürünlerini talep etmektedirler.

### **2.2.9. Eko-verimlilik**

İşletmeler yeşil tedarik zincirlerine yönelmeye ve bu sistemi uygulamaya başladıklarında atık yönetimleri, geri dönüşümler, yeşil lojistik ve çevreye duyarlı satın alma faaliyetleri ile kaynaklarını daha verimli kullanmanın yöntemlerini bularak, girdi maliyetleri ve kaynak kullanımında ciddi bir tasarruf gerçekleştirmektedirler.

### **2.2.10. Yasal yükümlülükler**

Yasal yükümlülüklerin yerine getirilmemesi ve çevresel soruların yanlış yönetilmesi nedeniyle ortaya çıkan para cezaları işletmelere ağır yük olmaktadır. Bunun yanı sıra yasal yükümlülüklerin sebep olduğu engelleri asmakta işletmeler açısından ciddi süre kayıplarına neden olmaktadır. Yeşil tedarik zinciri kavramının ortaya çıkmasıyla birlikte atık ve kirliliğin oluşumunun önlenebileceği ya da büyük miktarda azaltılabileceği işletmeler tarafından anlaşılmış ve kabul görmüştür.

### **2.2.11. Kurumsal risk**

Risk yönetim politikası, herhangi bir korunma faaliyetinin amacını ve içeriğini kesin olarak tanımlamakta, söz konusu faaliyetin ne derece merkezileştirileceği ya da nasıl kontrol edileceğini belirtmektedir. Aynı zamanda, risk yönetim politikası, kullanılan korunma yönteminin performansını ölçmek ve bu performansın geliştirilmesi için alınacak önlemlerin neler olabileceğini de içermektedir.

### **2.2.12. Müşterilerin çevresel gereksinimleri**

Tüketiciler yaşadıkları çevre ile ilgili hızlı bir şekilde bilinçlenmeye başlamışlardır. Oluşan çevre bilinci sayesinde, çevreye zararlı olan ürünleri satın almama eğilimi gelişmiştir. Batıda "*Yeşil Müşteriler*", dünyaya duyarlı davrandıklarını düşünerek ekstra fiyat ödemekten mutluluk duymaktadırlar. Tüketicinin bu yaklaşımından ötürü çevre problemlerine karşı duyarlı üretimde bulunan firmaların gelecekteki daha iyiye gitmektedir.

### 2.3. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Avantajları ve Dezavantajları

Yeşil tedarik zinciri yönetimi konusunda hem avantajlar hem de dezavantajlar Çizelge 2.2' de sunulmuştur. Geleneksel üretiminin yerini alan yeşil tedarik zinciri yönetimi firmalar tarafından tercih edilmektedir. Yeşil faaliyetler sayesinde enerji, malzeme, araç ve doğal kaynak kullanım oranları gittikçe düşmüş ve verimlilik artmıştır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi sayesinde çevresel zararlar minimuma indirilirken aynı zamanda yasal yükümlülük yerine getirilmektedir.

Yeşil tedarik zinciri yönetiminin gerçekleştirilmesi ve uygulanması bazı kısıtları zorlukları içermektedir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi için sermaye yatırımı iyi ölçüde olmalı, gelişmiş araştırma geliştirme ve tasarım departmanları gerekmektedir. Ancak küçük ve orta ölçekli işletmeler için bu ekonomik yükümlülükleri gerçekleştirmek oldukça zordur. Ayrıca yeşil ürün üretimi için gerekli olan hammaddenin maliyeti de yüksektir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi marka prestiji açısından da büyük önem taşımaktadır. İşletmelerin bünyelerinde meydana gelen olumsuz durumlar ve başarısızlıklar toplumsal itibarlarını zedeleyebilir buda rekabeti olumsuz olarak etkiler. Çevre üzerine olumsuz etkisi olan uygulamalardan firmalar sorumlu tutulabilir. Özellikle marka sadakatinin kurumsal değerde önemli bir nitelik olduğu durumlarda, çevreye duyarlı pazarlarda veya yüksek rekabete sahip sektörlerde tüketici veya paydaşların potansiyel tepkileri önem kazanmaktadır. Çünkü çevre bilincinin global düzeyde artmasıyla birlikte, tüketicilerin çevreye duyarlı işletmelerin ürünlerini tercih ettikleri görülmektedir.

Araştırmalar göstermektedir ki yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulayarak marka imajını güçlendiren firmalar pazardaki paylarını ve kazançlarını da arttırmaktadır. Kısa vadede yeşil tedarik zinciri yönetimi için yatırımlar yapan işletmelerin daha yüksek maliyetli ürünler üreteceği açıktır. Ancak artan talep birim sabit maliyetlerde bir tasarruf sağlayacaktır. Tasarrufun sağladığı pozitif etkiyle de işletmeler fiyat rekabeti yapabileceklerdir (Büyüksaatçi, 2009).

Çizelge 2.2. Yeşil tedarik zincirinin avantajları ve dezavantajları

| AVANTAJLARI                                 |  |
|---|--|
| İşlem maliyetinde azalma                    | Malzeme maliyetinde azalma               |
| Pazarlara ulaşımın artması                  | Ürün kalitesinde artış                   |
| Çevre yasalarına uygunluk                   | Hizmet kalitesinde artış                 |
| Çevresel performansta gelişme               | Atık tüketiminin minimum seviyeye inmesi |
| Müşteri memnuniyetinde artış                | Emisyonda azalma                         |
| İşletme imajında artış                      | Çevresel olayların risklerinde azalma    |
| Enerji tüketiminde azalma                   | İmha maliyetlerinde azalma               |
| Ses ve radyasyonda azalma                   | Hammadde tüketiminde azalma              |
| Tehlikeli zararlı madde kullanımında azalma | Teknoloji gelişiminde artış              |
| Rekabette artış                             | Depolama maliyetlerinde azalma           |
| Çalışan ve toplum sağlığında iyileşme       | Verimlilikte artış                       |
| Pazar payında artış                         |  |
| DEZAVATAJLARI                               |  |
| Hammadde maliyetlerinde artış               |  |
| Deneme maliyetlerinde artış                 |  |
| Yatırım miktarında artış                    |  |

#### 2.4. Yeşil Tedarikçi

Özellikle son yıllarda rekabetin artması tüketim alışkanlıklarının değişmesi firmaları yeni rekabetçi yollar aramaya itmiştir. Birçok üretici tedarik zinciri yapılanmalarını daha yalın hale getirmiş ve tedarikçileri ile olan ilişkilerine eskisinden daha çok önem verir hale gelmiştir (Mason, 1996). İşletmeler tedarikçilerini, kapasitelerini en verimli şekilde kullanmaya yönlendirerek, ürünlerin kalitesini artırmaya, yeni ürün geliştirme sürelerini kısaltmaya ve teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeye zorlamışlardır.

Küresel ısınma gibi başlıca çevresel sorunlardan dolayı işletmeler çevreye gereken özeni duyarlılığı göstermek zorundadır. Bundan dolayı tedarikçi seçimi; en uygun fiyatı veren tedarikçiyi seçmek yerine işletmenin çevresel amaçları ile en uyumlu olan tedarikçi

seçilerek yapılmalıdır. Yeşil tedarik zincirinde tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi farklılaşır ve önem kazanır. Aynı zamanda tedarikçiler ile uzun vadeli ilişkiler geliştirilmeye çalışılır.

Geleneksel satın almada ki tedarikçi seçim kriterleri aşağıdaki gibi listelenebilir;

- Birim fiyat, fiyat politikası
- Talepleri zamanında karşılayabilme
- Kalite
- Müşteri beklentisini karşılama
- Dürüst iletişim
- Endüstriyel bilgi ve tecrübe
- Esneklik, ani taleplere hızlı cevap verme
- Finansal durum
- Etik standartlara uyum
- Referanslar
- Tedarikçinin büyüklüğü
- Üretici ile tedarikçi arasındaki kültür uyumu

Yeşil tedarikçi seçimi yaklaşımı ise; çevre dostu ürün / hizmet stratejileri geliştiren, çevresel performansa dayalı olan tedarikçilerin izlenmesi ve sadece çevre standartlarını karşılayan yeşil tedarikçilerle işbirliği yapılması şeklinde tanımlanabilir (Arimura, Darnall, Katayama, 2011).

İşletmeler; geri dönüşüm sürecinin, tersine lojistik faaliyetlerinin başarılı olması için müşteriler ile çok sıkı ilişkiler geliştirmelidir. Bununla birlikte sürekliliğinin sağlanması için müşterilerden doğru bilginin hızlı olarak alınabilmesi gereklidir.

2000'li yılların başlarında yapılan bir çalışmada araştırmacılar, yeşil tedarikçi değerlendirme sürecinde önemli olabileceğini düşündükleri tüm kriterleri bir listede toplamışlardır. Çalışmadaki en önemli ölçülebilir kriterler aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Handfield, Walton, Sroufe, Melnyk, 2002);

- ISO 14000 sertifikasyonu
- Ozon tabakasına zarar verici maddelerin bulunup bulunmaması
- Geri dönüşüm
- Uçucu organik bileşiklerin bulunup bulunmaması
- EPA listesinde yer alan 17 maddenin bulunup bulunmaması
- Yeniden üretim/kullanım imkânı
- Ambalaj malzemelerinin yeniden kullanım imkânı
- Tersine lojistik faaliyetleri
- EPA programlarında gönüllü olarak yer alma
- Çevre ile ilgili kayıtların halka açık olması

İşletmeler, tedarik zinciri faaliyetlerinin her bir aşamasının çevreye olan olumsuz olan etkilerini minimize etmelidir. Müşteriye ürün ya da hizmetin ulaştırılmasından, yaşam ömrünü tamamlamış ürünlerin geri dönüşüm faaliyetlerine kadar stratejik programlar uygulamak ve yönetim sistemlerini oluşturmak işletmelerin başlıca görevidir.

### 3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ AHP VE VIKOR

Bilgi ve teknolojinin hızlı değişimi, rekabetçi ortamın hız kazanması ve çalışma ortamlarının zorluğu karar vermeyi önemli bir duruma getirmiştir. Karar vericilerin seçenekler içerisinde en iyi seçeneği bulması oldukça zordur. Karar vericiler, alternatifler arasından seçim yaparken birden çok kriteri dikkate alarak seçim yapmaktadır. Karar vericiler mevcut kaynaklarını ve hareket alanlarını, diğer kişi ve birimleri ne şekilde etkileyeceğini gözden geçirerek karar verirler. Alınan kararların en iyi seçenek olması kaynakların yeterli olmasına bağlıdır. Kararların etkinliği ise istenen sonuçların sağlanmasıyla ilgilidir ve arzulanan sonuçlara ulaşma kararın etkinliğini belirler (Ersöz ve Kabak, 2010).

Gerçek hayatta karşılaşılan karar problemleri; birden fazla faktörün ve amacın bir arada değerlendirilmek zorunda olması, amaçların birbirleri ile çatışmaları, karar durumlarının içerdiği belirsizlikler, karar süreçlerinde birden çok faktörün olması, karar sonuçlarının bir çok kişiyi ilgilendirmesi gibi nedenlerle karmaşık bir yapıdadırlar. Bilimsel teoriler ve analitik yöntemler geliştirilerek bu karmaşık yapıdaki problemler çözülmeye çalışılmıştır. Modern karar destek yöntemlerini kullanan organizasyonlar, giderek karmaşık bir yapıya dönüşen iş ortamında önemli bir rekabet avantajı kazanmaktadır.

Son yıllarda Çok kriterli karar verme (ÇKKV) alanı, bir karar durumu ile ilgili olarak birbiri ile çatışan birden fazla kriteri karşılayan olası "en iyi" çözüme ulaşmaya çalışan yaklaşım ve yöntemleri kapsamaktadır (Çınar, 2004).

Karar analizi yapılırken ise şu adımlar uygulanır; problemin tanımlanması, tüm olası alternatiflerin listelenmesi, her alternatifin her olay için elde edeceği sonuçları gösteren karar tablosunun oluşturulması, bir karar modelinin seçilmesi, modelin uygulanması ve bir seçeneğin seçilerek karar verilmesidir.

Çok kriterli karar vermede seçim kararı, tek faktörün değil, çok sayıda iç ve dış faktörün etkisi ile oluşmakta, dolayısıyla karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu nedenle bu süreç, sadece tek değişkene veya tek kritere göre değil, çok sayıda değişkene ve bunların ortaklaşa etkilerine göre tanımlanmalıdır. Bu nedenle çok kriterli karar verme metodlarına hemen her alanda başvurulmaktadır (Ofloğlu, 2007).

ÇKKV aynı ölçüye sahip olmayan ve birbiriyle çatışan kriterlerle karakterize edilebilecek problemlerle karşılaşan insanlara, kendi değer yargılarına uygun seçimler yapmalarında yardımcı olması için tasarlanmış teknik veya yöntemleri içerir.

Çok kriterlilikte bütün problemler birden fazla kritere sahiptir. Her problem için ilgili kriterler belirlenir. Karar vermede etkili olabilecek yüzlerce faktör olmasına rağmen karar verici tüm faktörlerin içerisinde en önemlilerini kriter olarak kabul edebilir. Karar verici, kendisi için en uygun olan alternatifi üç aşamalı olarak belirleyecektir.

İlk aşama kriterlerin tespit edilmesi ve bu kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin sıralanmasıdır. İkinci aşama ise alternatiflerin bu kriterleri ne oranda tatmin ettiklerinin belirlenerek, bütün kriterler üzerinden, her alternatife ait nihai değerlendirmeye ulaştırılmasıdır. Son aşama ise en yüksek puana sahip alternatifin tercih edilmesidir.

Çok Kriterli Karar Verme, yöneylem araştırmasının son yıllarda en hızlı gelişen dalı olarak görülmektedir. Bu alanın özü olan problem çözmede çok disiplinlik ve bilimsel yaklaşım karakterlerini yenileyen ve canlandıran bir alan temsil edilmektedir. Tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi problemi söz konusu olduğunda veriler belirsiz olabilmektedir. Bu problemlerin çözümün genel olarak çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme süreci aşamaları:

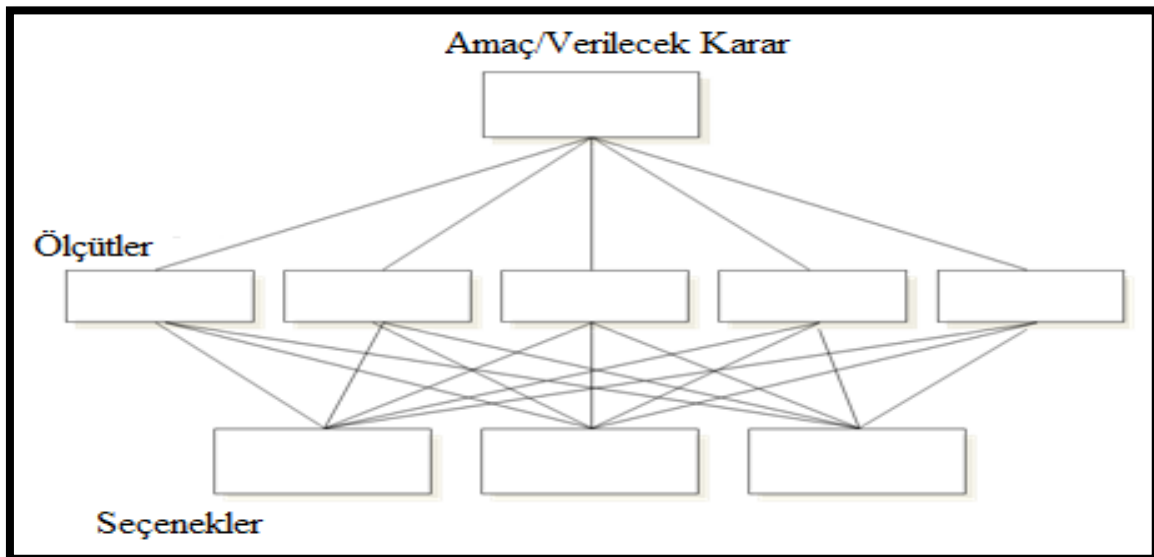
- Amaçların belirlenmesi
- Kriterlerin oluşturulması
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi
- Genel değerlendirme ve karar
- Kararın incelenmesi

Bu çalışmada, yeşil tedarikçi seçim problemine AHP ve VIKOR yöntemlerinin bir arada kullanılmasına dayanan bir yaklaşım ile çözüm aranmıştır. Yeşil tedarikçi kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi, yeşil tedarikçilerin sıralanmasında da VIKOR yöntemi kullanılmıştır. AHP ve VIKOR yöntemlerinin algoritmaları aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır.

### 3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), karmaşık karar problemlerinin analizinde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden birisidir. İlk olarak 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından ortaya konmuş olup geliştirildiğinden bu yana ekonomi, planlama, enerji politikaları, kaynak tahsisleri, sağlık, proje seçimi, pazarlama, bilgisayar teknolojisi, mimarlık ve daha birçok alanlardaki çeşitli karar problemlerine uygulanmıştır.

Yöntem temel olarak ikili karşılaştırılmasından elde edilen önceliklere dayalı bir ölçüm teorisidir. AHP ile karar verme problemleri ayrıntılı olarak incelenir ve problem hiyerarşik olarak ele alınır. AHP yönteminde en üst düzeyde bir amaç ve bu amacın altında sırasıyla kriterler, alt-kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılmaktadır. AHP hiyerarşisi, kararın modellenmesi için yapılandırılmış bir araçtır. Bu hiyerarşik yapı ulaşılması gereken bir hedeften, hedefe ulaşmanın alternatif yollarından ve alternatiflerin seçimi için gerekli olan kriterlerden oluşmaktadır. Şekil 3.1' de ki şablondaki gibi sorunun gerektirdiği seviyelerde hiyerarşik yapı, alt kategorilere, alt-alt-kriterlere ayrılarak çoğaltılabilir. Kriter tekdüze olarak uygulanmayabilir. Bu durumda ölçüt kriterleri farklı yoğunlukları belirtecek şekilde alt kriterlere ayrılır.



Şekil 3.1. AHP problem yapısı

Herhangi bir AHP hiyerarşisinin tasarımı yalnızca sorunun niteliğine bağlı değildir, aynı zamanda karar verme sürecindeki katılımcıların bilgi, yargı, değer, görüş, ihtiyaç, istek vb.

özelliklerine de bağlıdır. Bir hiyerarşi oluşturmak, genel olarak, ilgili kişiler tarafından önemli tartışma, araştırma ve keşfetme içerir.

AHP; hiyerarşilerin oluşturulması, üstünlüklerin belirlenmesi ve mantıksal ve sayısal tutarlılığın sağlanması şeklinde üç temel prensibe dayanmaktadır. AHP yönteminin uygulamada sağladığı bazı faydalar;

- Hiyerarşik yapı olarak gösterilmesinden dolayı karmaşık olan problemler daha basit yapıya indirgenmiş olur.
- Alternatiflerin ikili karşılaştırmaları kişisel fikir ve düşünceler dikkate alınır. Sadece sayısal verilere odaklı değildir.
- İkili karşılaştırmalar problemin daha iyi incelenmesini sağlamaktadır. Diğer yandan değerlendirmeler sayısal olarak ifade edilemiyorsa, sözel ifadelerin kullanılması da mümkündür.
- Karar verici, hem objektif hem de sübjektif faktörleri bir arada dikkate alarak alternatifleri değerlendirebilir.
- Karar vericinin yaptığı ikili karşılaştırmaların tutarlılığını test etmek mümkündür. Böylece karar verici, tutarsızlık durumunda verdiği hükümleri tekrar ele alarak düzeltme imkânına sahiptir.

AHP' nin birkaç olumsuz tarafı da şu şekilde sıralanabilir;

- Probleme yeni karar alternatiflerin eklenmesi durumunda alternatiflerin tercih sırasında değişimler olabilmektedir. X, Y ve Z alternatifleri arasında; X, Y' ye tercih edilirken, modele Z eklendiğinde X ile Y arasındaki ilişkinin tersine döndüğü durumlarla karşılaşılabilir.
- İkili karşılaştırma yapılırken kullanılan sözel hükümler ile sayısal hükümlerin birbirini tam karşılamadığı örneğin "tercih edilme" sözel hükmünün 1-9 ölçeğine göre sayısal değer olarak karşılığı olan 5 değerinin çok yüksek olduğu tartışılmaktadır.
- 1-9 ölçeği ile yapılan ikili karşılaştırmalarda bazı problemlerde karar vericiyi tutarsızlığa götürebilmektedir. Diğer yandan 1-9 ölçeğindeki sayısal değerlere başvurmaksızın elemanların sadece göreceli önemlerine yönelik yapılan ikili karşılaştırmaların farklı hatta yanlış yorumlanma ihtimali de bulunmaktadır.

- Karşılaştırma soruları kolay olarak görünse de, karar vericinin çok sayıda hükümde bulunmasının gerektiği durumlarda AHP metodunun kullanımından kaçınıldığı ifade edilmektedir (Saaty, 2008).

Bunların yanı sıra AHP ile modellemede farklı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bunların başında AHP' nin hiyerarşiyi tek yönlü olarak alması gösterilebilir. Bu durum da faktörler arası ilişkilerin bağımlılıkları dikkate alınmaz. Birçok karar verme problemi hiyerarşik olarak yapılandırılmaz çünkü bu tip karar problemlerinde yüksek seviyedeki faktörlerin daha alt seviyedeki faktörler üzerinde bağımlılığı ve etkileşimi vardır. Fonksiyonel bağımlılık içeren bir problemin yapılandırılması faktör grupları arasındaki geribildirim ile sağlanabilir (Saaty, 2008).

### 3.1.1. AHP algoritması

AHP yöntemi aşamalarının Şekil 3.2' de adım adım sunulmuştur.



Şekil 3.2. AHP yöntemi aşamaları

1. Adım: Çok kriterli karar verme problemi tanımlanır. Amaç, kriterler ve alternatifler ifade edilir. Hiyerarşik yapı oluşturulur.

2. Adım: 1-9 puan ölçeği kullanılarak hiyerarşi içerisinde yer alan bileşenlerin nispi önem ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla, karar verici grup tarafından ikili karşılaştırmaların yapılması aşamasıdır. Çizelge 3.2’ de gösterilen karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Değerlendirmeye alınacak n adet kriter var ise, i kriterinin j kriterine göre önemini belirlemek üzere A matrisi oluşturulur.

Matris elemanları arasında;  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  ve  $a_{ii} = 1$  ilişkisi bulunmaktadır. Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler ( $i = j$  olduğundan) 1 değerini alır. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarında Çizelge 3.1’ de ki önem ölçeği kullanılır. Bu 1–9 ölçeği Saaty (1980) tarafından geliştirilmiş ve çalışmalarda kullanılmıştır. Örneğin; birinci kriter ikinci kriterle göre, karar verici grup tarafından çok daha önemli görünüyorsa, bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır ikinci sütun bileşeni ( $i = 1, j = 2$ ), 5 değerini alacaktır. İkili kriter karşılaştırmaları, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise  $a_{ji} = 1 / a_{ij}$  eşitliği kullanılır.

Çizelge 3.1. AHP ölçeğinin dereceleri ve açıklamaları

| Değer      | Açıklama   |
|------------|--|
| 1          | Her iki kriterin eşit öneme sahip olması durumu                                  |
| 3          | Birinci kriterin ikinci kriterden önemli olması durumu                           |
| 5          | Birinci kriterin ikinci kriterden çok önemli olması durumu                       |
| 7          | Birinci kriterin ikinci kriterle göre çok güçlü bir öneme sahip olması durumu    |
| 9          | Birinci kriterin ikinci kriterle göre mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu |
| 2, 4, 6, 8 | Ara değerler ( ihtiyaç duyulduğunda kullanılabilir.)                             |

$C_1, C_2, \dots, C_n$  kriterleri ve  $a_{ij}$ ,  $C_i$  kriteri ile  $C_j$  kriteri arasındaki değerlendirme (1-9 önem ölçeğinde) ifade etmektedir.

Çizelge 3.2.  $n*n$  boyutundaki  $A$  ikili karşılaştırma matrisi

|      |       | $C_1$      | $C_2$      | ...  | $C_n$    |
|------|-------|------------|------------|------|----------|
| $A=$ | $C_1$ | 1          | $a_{12}$   | ...  | $a_{1n}$ |
|      | $C_2$ | $1/a_{12}$ | 1          | ...  | $a_{2n}$ |
|      | ...   | ...        | ...        | ...  | ...      |
|      | $C_3$ | $1/a_{1n}$ | $1/a_{2n}$ | .... | 1        |

Karşılaştırma matrisinde  $a_{ji} = 1/a_{ij}$  ilişkisi ve  $a_{ii} = 1$  eşitliği her zaman mevcuttur.

3. Adım: İkili karşılaştırmalardan hareketle öncelik vektörleri hesaplanır. Öncelik vektörü Eş. 3.1' de ki şekilde hesaplanabilir:

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{n} \quad (3.1)$$

Öncelik vektörü olarak adlandırılan  $W$  sütun vektörü elde edilir. Bu vektör, kriterlerin önem ağırlıklarını ifade etmektedir.

4. Adım: Tutarlılık oranlarının hesaplanmasını içerir. Karar verme grubunun yapmış olduğu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için öz vektör yöntemi kullanılabilir. Bu yöntemde; Tutarlılık oranı (CR)' nin hesaplanması gerekir. Hesaplanan CR değerinin 0,10' dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0,10' dan büyük olması karşılaştırmaların tutarsız olduğunu veya hesaplama hatası olduğunu ifade eder. Bu durumda, karşılaştırmalar tekrar gözden geçirilmelidir. Eş. 3.2' de yer alan CR değeri; Eş. 3.3' te ki tutarlılık indeksinin (CI), rassal indeks (RI) değerine bölünmesi suretiyle elde edilir.

$$CR = CI/RI \quad (3.2)$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.3)$$

Bu eşitlikte;  $\lambda_{\max}$  en büyük öz değeri,  $n$  ise kriter sayısını ifade etmektedir.  $\lambda_{\max}$  hesaplanabilmesi için  $A$  vektörü ile  $W$  vektörü Eş. 3.4' te görüldüğü üzere çarpılır.

Bunun sonucunda elde edilen  $D$  sütun vektörünün elemanlarının,  $w_i$  değerlerine bölünerek elde edilmesiyle oluşan  $(E_i)$  değerleri toplanır, bu toplam kriter sayısına bölünerek Eş. 3.5' de ki şekilde  $\lambda_{\max}$  elde edilir.

$$A_{xw} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (3.5)$$

Her  $n$  boyutundaki matris için, rastsal olarak oluşturulmuş matrislerin ortalama tutarlılık değerleri hesaplanmış ve rastsal indeks (RI) olarak adlandırılmıştır. Saaty tarafından hazırlanan rastsal indeks Çizelge 3.3' te verilmiştir. Bu adıma kadar yapılan işlemlerle, karar verme probleminin çözümüne etki eden kriterlerin ağırlıkları belirlenebilmektedir. Bu adım sonrasında karşılaştırma matrisleri kullanılarak alternatiflerin analizi yapılabileceği gibi, AHP dışındaki farklı karar verme metotlarına geçilerek kriter ağırlıklarının, bu metotlarda girdi olarak kullanılması sağlanabilir.

Çizelge 3.3. Kriter sayısına bağlı olarak rastsal indeks değerleri

| n  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

5. Adım: Tüm kriterler ayrı ayrı dikkate alınarak, karar alternatiflerinin bu kriterler kapsamında ki ikili karşılaştırmaları yapılır.  $n$  (kriter sayısı) kadar matris oluşturulur. Alternatif sayısı “ $m$ ” ile gösterilirse, her bir karşılaştırma matrisin boyutunun  $m \times m$  olması gereklidir.

6. Adım: Alternatiflere ait ağırlıklı puanların hesaplanması gerçekleştirilir. Alternatiflerin analizi sonucu oluşan  $n$  tane  $m \times 1$  boyutlu sütun vektörü,  $m \times n$  boyutlu karar matrisini oluşturur. Bu matris, kriter karşılaştırmaları sonucu elde edilen  $w$  sütun vektörü ile çarpılarak, yeni bir sütun vektörü elde edilir. Bu vektörün her bir elemanı, karar alternatiflerinin puanlarını gösterir. Toplamı 1 olacak şekilde ortaya çıkan bu değerler içerisinde, en büyük puana (öneme) sahip alternatif en uygun alternatiftir (Dinçer, 2011).

### 3.2. Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR); birbiri ile çelişen kriterler altındaki alternatifler kümesinde ki en uygun alternatifin seçimine ya da alternatiflerin sıralanmasına odaklanmaktadır. Yöntemin amacı, her alternatifin her kriter için değerlendirildiği varsayımı altında sıralamada ve seçimde uzlaştırıcı çözümü bulabilmektir. Uzlaşık çözüm; birbiri ile çelişen kriterleri içeren karmaşık problemler de karar vericilerin sonuca ulaşmalarına yardımcı olur.

VIKOR yöntemi ilk kez Opricovic ve Tzeng (2004), tarafından karmaşık sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için önerilmiştir. Tzeng ve arkadaşları (2005), Taiwan’ da toplu taşımada otobüs yakıtlarının değerlendirilmesinde, VIKOR yönteminin karar vericilere daha çok alternatif sunabildiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda yapılan başka bir çalışmada genişletilmiş VIKOR yöntemini TOPSIS, PROMETHEE ve ELECTRE yöntemleri ile karşılaştırmışlardır. VIKOR yönteminde doğrusal normalizasyon, TOPSIS yönteminde vektör normalizasyonu kullanıldığını ve VIKOR yönteminin ideal çözüme yakınlığı temsil eden toplama fonksiyonuna dayanırken, TOPSIS yönteminde iki referans noktası tanımlandığını belirtmişlerdir. ELECTRE ve VIKOR yöntemlerinin benzer temellere dayandığını belirtmişlerdir (Opricovic, Tzeng, 2007). Tong çalışmasında çok yanıtlı süreçlerin optimizasyonu için kalite kayıplarına ilişkin değişimi dikkate alabilen VIKOR yöntemini önermişlerdir (Tong, Chen, Wang, 2007).

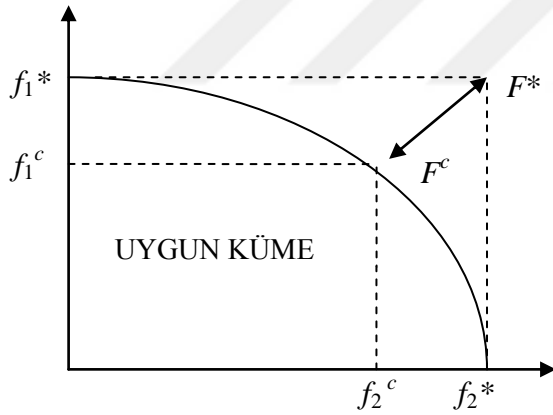
Çok kriterli ölçüm için uzlaşık sıralamanın temelini, uzlaşık programlamada toplama fonksiyonu olarak kullanılan  $L_p$  ölçütü oluşturur (Yu, 1973).  $n$  adet kriter sayısı için  $L_p$  ölçütünün Eş. 3.6’ da hesaplaması gösterilmiştir.  $i$  tane alternatifin  $c_1, c_2, \dots, c_i$  şeklinde

ifade edilmesi durumunda  $c_i$  alternatifinin  $j$  kriterine göre değerlendirme sonucu  $f_{ij}$  olarak ifade edilir.

$$L_{pj} = \left\{ \sum_{i=1}^n \left[ \frac{w_i(f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \right]^p \right\}^{1/p} \quad 1 \leq p \leq \infty; j = 1, 2, \dots, j \quad (3.6)$$

VIKOR yönteminde maksimum grup faydasını  $\min_j S_i$ ' den elde edilen sonuç ve karşıt görüştekilerin minimum kişisel pişmanlığını  $\min_j R_i$ ' den elde edilen sonuç gösterir. VIKOR yönteminde verilen alternatif kümesi için bir sıralamaya ulaşılır. Bu alternatif kümesine bir alternatifin eklenmesi ya da çıkarılması sonucu etkileyecektir. Şekilde 3.3' te görülen uzlaşık çözüm  $F^c$ , ideal çözüme  $F^*$  a en yakın uygun çözümdür. Uzlaşık terimi, anlaşmanın karşılıklı kabulü anlamına gelmektedir.

Şekil 3.3 'de görüldüğü gibi  $\Delta f_1 = f_1^* - f_1^c$  ve  $\Delta f_2 = f_2^* - f_2^c$  ile ifade edilmektedir.

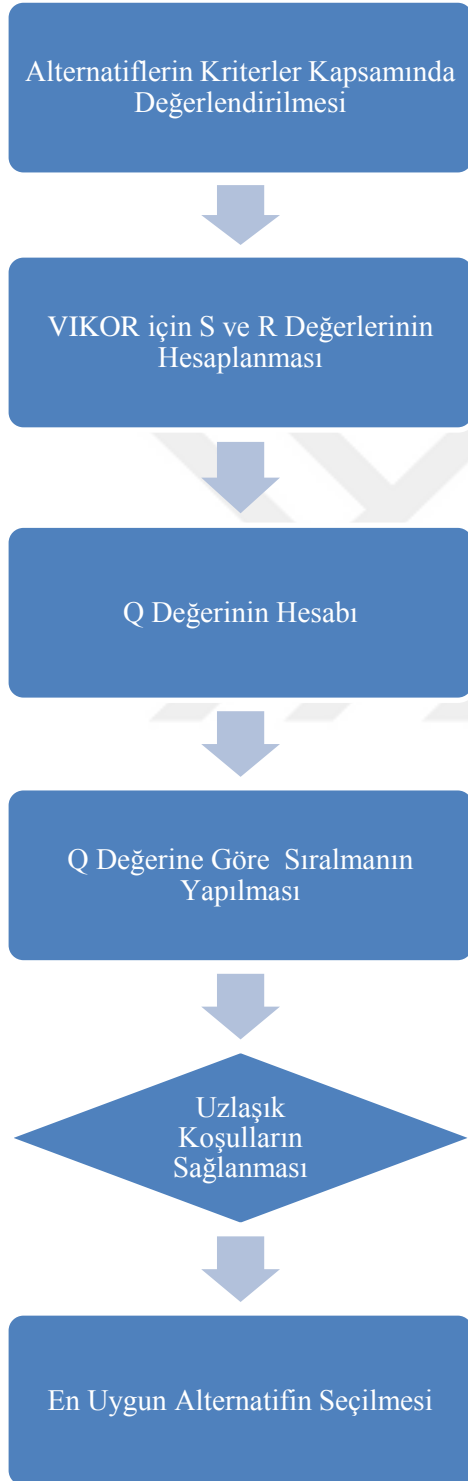


Şekil 3.3. İdeal ve uzlaşık çözümler

Yöntem ayrıca, karar verici grubun sonuç üzerinde etkili olabilmesine de imkân vermektedir. Maksimum grup faydasının ve buna bağlı olarak karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının sonuca etki ettirilebilmesi söz konusudur.

### 3.2.1. VIKOR algoritması

Şekil 3.4' te olduğu gibi VIKOR yönteminin adımları şematik olarak ifade edilebilir.



Şekil 3.4. VIKOR yöntemi aşamaları

VIKOR yöntemi adımları tüm ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi karar probleminin tanımlanması ile başlamaktadır. Alternatiflerin seçilmesine olanak sağlayacak kriterler belirlenir. Kriterlerin özelliklerin tanımlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Kriterler fayda ya da maliyet özelliğine sahip olurlar. VIKOR yönteminde kriter ağırlıkları oran olarak ifade edilmekte ve toplamı 1'e eşit olmaktadır.

Karar problemine ait alternatifler, kriterler ve kriterlere göre alternatiflerin skorları belirlendikten sonra skorlar Eş. 3.7' de ki şekilde bir karar matrisine dönüştürülür. Karar matrisinde, satırları karar vermede kullanılacak alternatifler, sütunlarında ise karşılaştırma için kullanılacak kriterler yer alır. Eş. 3.7' de ki  $X_{ij}$  matrisinde; satırları oluşturan  $m$ , karar noktası sayısını, sütunları oluşturan  $n$ , değerlendirme faktörü sayısını göstermektedir. VIKOR' un uzlaşık sıralama algoritması aşağıdaki adımları takip eder:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

1. Adım: Her kriter için Eş. 3.8' de sunulan en iyi ( $fj^*$ ) ve en kötü ( $fj^-$ ) değerler belirlenir. En iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesinde kriterlerin özelliği göz önünde bulundurulur. Eğer  $j$ . kriter fayda kriteri ise;

$$fj^* = \max_i x_{ij} \quad fj^- = \min_i x_{ij} \quad j=1,2,\dots,n \quad (3.8)$$

eşitliği ile hesaplanır.

2. Adım: Karar matrisini oluşturan değerleri birimlerden arındırmak ve karşılaştırılabilir seviyeye getirmek için Eş. 3.9' da ki lineer normalizasyon uygulanır.  $m$  alternatif ve  $n$  kriterden oluşan karar problemine ait karar matrisi, normalizasyon işlemi sonunda  $m \times n$  boyutlarında  $R$  normalizasyon matrisine dönüştürülür.  $R$  normalizasyon matrisi Eş. 3.10' da sunulmuştur.  $R$  matrisinin elemanları aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{fj^* - x_{ij}}{fj^* - fj^-} \quad (3.9)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

3.Adım: Normalize karar matrisinde; sütunlarda gösterilen kriterlerin her birinin ağırlıkları ile çarpılması sonucunda Eş. 3.12' de ki  $V$  ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elemanları Eş. 3.11' de sunulmuştur.

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j \quad (3.11)$$

eşitliği ile değerlendirilir.

$$v = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

4. Adım:  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri  $j= 1, 2, \dots, j$  için hesaplanır.  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri, Eş. 3.13' de ki,  $i$ . alternatif için ortalama ve Eş. 3.14' de ki en kötü grup skorlarını gösterir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j(f_j^* - x_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \quad (3.13)$$

$$R_i = \max \left[ \frac{w_j(f_j^* - x_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right] \quad (3.14)$$

Burada  $w_i$  görelî önemleri gösteren kriter ağırlıklarını ifade etmektedir. Ağırlıklar toplamı 1'e eşit olacaktır.

5. Adım:  $Q_i$  değerleri Eş. 3.15 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i = v (S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v) (R_i - R^*) / (R^- - R^*) \quad (3.15)$$

Burada  $S^* = \min S_i$ ,  $S^- = \max S_i$ ,  $R^* = \min R_i$ ,  $R^- = \max R_i$  olarak ifade edilmektedir.

“ $v$ ” değeri kriterlerin çoğunluğunun ağırlığını (maksimum grup faydasını) göstermektedir. Başka bir deyişle “ $v$ ” değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken,  $(1-v)$  karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma, “çoğunluk oyu” ( $v > 0,5$ ) , “konsensus” ( $v = 0,5$ ) veya “veto” ( $v < 0,5$ ) ile sağlanabilir.

6. Adım:  $S$ ,  $R$  ve  $Q$  değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak alternatifler arasındaki sıralama belirlenir. Sonuçlar, üç sıralama listesi oluşturur.

7. Adım: Eğer aşağıdaki iki koşul sağlanırsa, en iyiyi  $Q$  (minimum) değerlerine göre sıralayan alternatif  $a'$  uzlaştırıcı çözüm olarak önerilir.

*C1 Kabul edilebilir avantaj:* En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunu ifade eden koşuldur. Eş. 3.17’ de ifade edilen koşulun sağlanması gerekmektedir.

$$DQ = 1/(J-1) \quad (3.16)$$

“ $J$ ” alternatif sayısını gösterir.

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (3.17)$$

Burada “ $a'$ ” değeri,  $Q$  değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan alternatiftir. “ $a''$ ” ise değeri,  $Q$  değerine göre sıralamada ilk sırada yer alan alternatiftir.

*C2 Karar vermede kabul edilebilir istikrar:*  $a'$  alternatifi,  $S$  ve/veya  $R$  değerlerine göre de sıralanan en iyi alternatiftir. Bu uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Eğer bu iki durumdan bir tanesi sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer  $C2$  durumu sağlanmıyorsa  $a'$  ve  $a''$  alternatifleri
- Eğer  $C1$  durumu sağlanmıyorsa  $a'$ ,  $a''$ , ...,  $a(M)$  alternatifleri ve değeri maksimum  $M$  için  $Q(a(M)) - Q(a') < DQ$  belirlenir.

$Q$  değerlerine göre sıralanan en iyi alternatif, minimum  $Q$  değerine sahip alternatiflerden biridir.

VIKOR yöntemi, karar vericinin sistem tasarlanırken başlangıçta tercihlerini tam olarak belirtememesi durumunda, çok kriterli karar vermede etkin bir araçtır. Elde edilen uzlaşık çözüm, çoğunluk için maksimum grup faydasını ve karşıt görüştekiler için minimum pişmanlığı sağlayacağından karar verici tarafından kabul görecektir. Çok kriterli karar verme problemlerinin VIKOR yöntemi ile ele alınabilmesi için aşağıda belirtilen genel özellikleri taşımaları gerekmektedir;

- Fikir ayrılıklarının çözüme ulaştırılmasında uzlaşma kabul edilebilir olmalıdır,
- Karar verici, ideal çözüme en yakın çözümü kabul etmeye istekli olmalıdır,
- Karar verici için fayda ile her kriter fonksiyonu arasında doğrusal bir ilişki olmalıdır,
- Alternatifler, belirtilen tüm kriterler için değerlendirilmelidir,
- Karar vericinin tercihleri ağırlıklar ile ifade edilir,
- VIKOR yöntemi, karar vericinin etkileşimli katılımı olmadan başlar fakat karar verici nihai çözümü onaylamaktan sorumludur. Karar verici, bu nihai çözüme kendi tercihlerini de dahil edebilir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2009).

## 4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışma kapsamında literatür araştırmaları iki farklı bölümde ele alınmıştır. İlk olarak yeşil tedarikçi seçim kriterlerini belirlemek için yeşil tedarik zinciri, yeşil tedarik zincirinin alt disiplini olan yeşil tedarikçi üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Daha sonrasında ise yeşil tedarikçi seçim probleminde yöntemin belirmesinde yol gösterici olacak yeşil tedarik zincirinin de çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar dikkate alınmıştır.

### 4.1. Yeşil Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi için Literatür Araştırması

Yeşil tedarik zinciri ve yeşil tedarik zinciri bileşenleri ile ilgili yapılan çalışmalarda ‘Yeşil’ kavramına olan ilginin giderek arttığı ve geleneksel tedarik zinciri bileşenlerinin her birine çevresel unsurların eklendiği görülmektedir. Araştırma sonucunda yeşil tedarik zinciri ile ilgili literatür Çizelge 4.1’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Yeşil tedarikçi seçim kriterlerine dayalı literatür taraması

| ARAŞTIRMACILAR                                | YIL  | ÇALIŞMANIN ADI   | ELE ALINAN KRİTERLER  |
|---|------|--|---|
| Joseph Fiksel                                 | 1996 | Çevresel Tasarım: Verimli Ürün ve Süreçler Oluşturma   | Kirliliğin önlenmesi, çevre yönetimi, toplam kalite yönetimi, tasarım   |
| C.R. Carter ve J.R. Carter                    | 1998 | Çevresel Satın Alımların Örgütsel Belirleyicileri: Tüketici Ürünleri Endüstrisinden Gelen İlk Kant | Dağıtım kanalları, çevresel satın alma, yapısal eşitlik modelleri ve tedarik zinciri yönetimi                                     |
| Benita M. Beamon                              | 1999 | Yeşil Tedarik Zinciri Tasarımı   | Tedarik zinciri, lojistik, çevre, çevre yönetimi stratejisi   |
| F. Boons                                      | 2002 | Yeşil Ürünler: Ürün Zinciri Yönetimi için Çerçeve  | Malzeme azaltma, ürün ikamesi, geri dönüşüm   |
| Devashish Pujari, Gillian Wright, Ken Peattie | 2003 | Çevresel Yeni Ürün Geliştirme Performansı Üzerindeki Yeşil ve Rekabetçi Etkiler                    | Müşteri memnuniyeti, ürün yaşam döngüsü, kullanım sonrası uygulamalar için tasarım, üst yönetim desteği, çevresel ürün politikası |
| Samir K. Srivastava                           | 2007 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: Bir Literatür İncelemesi   | Tasarım, yeşil üretim, tersine lojistik, enerji yönetimi, geri dönüşüm  |

Çizelge 4.1. (devam) Yeşil tedarikçi seçim kriterlerine dayalı literatür taraması

|  |      |   |  |
|--|------|---|--|
| Sinem Büyüksaatçi  | 2009 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama  | Havada kirletici madde oranı, fotokimyasal duman olayı sıklığı, yeryüzü su seviyesindeki değişim, alg (yosun) artışı   |
| Jamal Fortes   | 2009 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: Bir Literatür İncelemesi                              | Yeşil tasarım, geri dönüşüm, yeşil üretim, tersine lojistik  |
| Emrah Özesen   | 2009 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Ambalaj Sanayisinde Bir Uygulama                    | Yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil pazarlama, geri dönüşüm, yeniden kullanım, yenileştirme, tersine lojistik, sökme, çevresel yönetim, atık yönetimi ve eko-tasarım |
| Johnny C. Ho, Maurice K.Shalishali, Tzu-Liang (Bill) Tseng, David S. Ang | 2009 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Fırsatlar   | Yeşil üretim, biyolojik atık, yeşil ambalaj  |
| Deniz Peker  | 2010 | Çevresel Performansın Geliştirilmesinde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi                | Yeşil satın alma, yeşil tasarım, geri kazanım, yeşil dağıtım, iş birliği   |
| Joseph Sarkis, Qinghua Zhu, Kee-Hung Lai                                 | 2010 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Literatürünün Organizasyonel Teorik Gözden Geçirilmesi | Çevre performansı, ekonomik performans, operasyonel performans   |
| Anil S. Dube, Dr.R.R. Gawande  | 2011 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: Bir Literatür İncelemesi                              | Ürün yaşam döngüsü, yeşil tasarım, tersine lojistik, yeşil üretim  |
| Nevzat Korkankorkmaz   | 2012 | Yalın ve Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimine İlişkin Bir Araştırma                       | Üst yönetim desteği, tedarikçiler ile ilişkiler, müşteriler ile ilişkiler, yalın uygulamalar, çevre yönetim sistemi  |
| Esen Andiç, Öznur Yurt, Tunçdan Baltacıoğlu                              | 2012 | Yeşil Tedarik Zincirleri: Türkiye Pazarı İçin Potansiyel Uygulamalar ve Çabalar       | Yeşil tedarik zincirleri çevre sorunları, odak grupları atık yönetimi tersine lojistik   |
| Nadine Kafa, Yasmına Hanı, Abederrahman El Mhamed                        | 2013 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi için Sürdürülebilirlik Performans Ölçümü               | Yeşil satın alma, yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil dağıtım, tersine lojistik   |

Çizelge 4.1. (devam) Yeşil tedarikçi seçim kriterlerine dayalı literatür taraması

|   |      |  |  |
|---|------|--|--|
| Hazal Meriç Aksoy                                   | 2014 | Elektrik Elektronik Sektöründe Yeşil Tedarik Zinciri ile Atık Yönetimi   | Yeşil tedarik zinciri yönetimi, e-atık yönetimi  |
| Mehmet Said Gün                                     | 2014 | İmalat İşletmelerinde Çevreci Tedarik Zinciri Yönetiminin Rekabet Önceliklerine Etkisi: Türkiye'de Ampirik Bir Çalışma | Yeşil tedarik zinciri, yeşil imaj, çevresel risk yönetimi, yaşam döngüsü yönetimi, tedarikçileri AR-GE faaliyetlerine dâhil etme, tepe yönetiminin desteği |
| Tuğçe Beldek  | 2015 | İnşaat Atıkları İçin Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: Türkiye Uygulaması  | Yeşil tedarik zinciri, maliyet analizi   |
| Aybala Beste Türkay                                 | 2015 | Yeşil Satın Alma ve Yeşil Tedarikçi Seçimi   | Yeşil yetkinlikler, çevresel etkinlik, organizasyonel faktörler maliyetler ve yeşil imaj   |
| Sini Laari, Juuso Töyli, Tomi Solakivi, Lauri Ojala | 2016 | Firma Performansı ve Müşteri Odaklı Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi   | Yeşil tedarik zinciri yönetimi, çevresel işbirliği, çevresel performans izleme   |
| Sini Laari, Juuso Töyli, Lauri Ojala                | 2016 | Rekabet Stratejileri ve Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Stratejileri Üzerine Tedarik Zinciri Perspektifi                | Yeşil tedarik zinciri yönetimi, alıcı-tedarikçi ilişkileri   |
| Gabriela Scur, Mayara Emília Barbosa                | 2017 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları: Brezilya Beyaz Eşya Endüstrisinde Birçok Vaka İncelemesi                  | Tersine lojistik, enerji yönetimi, yeşil tasarım, yeşil satın alma, ürün yaşam döngüsü   |
| Wenge Zhu, Yuanjie He                               | 2017 | Rekabet Altında Tedarik Zincirlerinde Yeşil Ürün Tasarımı  | Yeşil ürün marjinal maliyeti, yoğun yeşil ürün, yeşil ürün geliştirme, yeşil tedarik zinciri tasarımları   |

Fiksel (1996), kuruluşların çevreye duyarlı olma potansiyellerinin olduğunu savunmuştur. Çevre verimliliği konusunu ele almıştır. Çevre için tasarım konseptini özenle tanıtmış ve çevre için tasarımın pratikte nasıl çalıştığını gösteren bir dizi örnek göstermiştir.

Carter ve Carter (1998), çalışmalarında yeşil satın alma kavramından bahsetmiştir. Yeşil satın almanın, belirlenen çevresel hedefleri karşılayan ürün veya materyallerin satın alınmasını sağlayan, çevreye duyarlı bir satın alma girişimi olduğunu belirtmişlerdir. Atık kaynaklarının azaltılması, geri dönüşüm için teşvik etmek çalışmaları ve yeniden kullanım örnek olarak gösterilmiştir.

Beamon (1999), bu araştırmasında genişletilmiş çevresel tedarik zincirinin gelişimine yol açan çevresel faktörleri, genişletilmiş tedarik zinciri ile geleneksel tedarik zinciri arasındaki temel farklılıkları, genişletilmiş tedarik zinciri için uygun performans önlemlerini ve yeşil tedarik zincirinin elde edilmesine yönelik genel prosedürü açıklar.

Boons (2002), ürünlerin ekolojik etkilerinin azaltılması gerektiğinin ve kurumsal çevre stratejilerinin önemli bir odak noktası olduğunun üzerinde durmuştur.

Pujari ve diğerleri (2003), makalede, İngiliz üreticileri arasında çevresel yeni ürün geliştirme üzerine geniş çaplı bir araştırma projesinin bulgularını rapor oluşturmuşlardır. Bu makalenin önemli bir katkısı, yeni ürün geliştirme ve çevre yönetimi felsefelerini bütünleştirme girişimidir.

Srivastava (2007), çalışmasında akademisyenlerin, araştırmacıların entegre yeşil tedarik zinciri yönetimini daha geniş bir perspektiften anlamalarına yardımcı olacak basit bir sınıflandırma yapmıştır. Yeşil tedarik zinciri ayrıca benimsenen metodoloji ve yaklaşım temelinde de sınıflandırılmıştır. Son olarak bulgular ve yorumlar özetlenmiş ve ana araştırma konuları ve fırsatları vurgulanmıştır.

Büyüksaatçi (2009), çalışmasında tedarik zinciri yönetimi problemlerinden biri olan tesis yeri seçimi kararını, uygulamalı olarak bir şirketin dağıtım ağındaki CO<sub>2</sub> emisyon miktarını minimum kılacak şekilde ele almıştır. Böylelikle Türkiye için yeni bir yaklaşım olan yeşil tedarik zinciri yönetimi yaklaşımını incelemiştir. Uygulamanın ilk kısmında Bulanık C-Ortalamalar ve Gustafson - Kessel algoritmalarından faydalanarak öbekleme analizi yapılmıştır. Daha sonraki kısımda ise, tesis yeri seçimi yöntemlerinden biri olan ağırlık merkezi yöntemi bağlı olarak geliştirilen emisyon bazlı ağırlık merkezi yöntemi ile, tesisler - müşteriler arasındaki taşıma işlemlerinden ortaya çıkacak CO<sub>2</sub> emisyon miktarını en küçük kılacak şekilde uygun tesis yerleri belirlenmiştir.

Fortes (2009), çalışmasında literatürü gözden geçirmiştir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi anahtar temalarından yeşil işlemler, yeşil tasarım, yeşil imalat, ters lojistik ve atık yönetimi konuları tartışılmıştır. Bu yazıda ayrıca, kuruluşların yeşil tedarik zincirini tercih etmelerinin nedenleri üzerinde de durulmuştur.

Özesen (2009), çalışmada yeşil tedarik zinciri ve bileşenlerini kavramsal olarak açıklamakta, yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamasını başarılı bir şekilde yöneten EcoCap Kapak Sanayi Ltd. Sti. ve yeşil tedarik zinciri faaliyetlerinin yürütülmesinde birlikte çalıştığı İzaydaş ve Çevko kurumlarının yeşil tedarik zinciri içerisindeki rolleri ve yaptıkları uygulamalar anlatmaktadır.

Ho ve diğerleri (2009), geleneksel ve yeşil tedarik zincirinin karşılaştırılması üzerine durmuşlardır.

Peker (2010), tarafından geniş bir literatür taraması sonucu yapılan bu çalışmanın amacı, yeşil tedarik zinciri yönetimi kavramını detaylı bir şekilde açıklamak ve işletmelerin çevresel performanslarını geliştirmelerinde yeşil tedarik zinciri yönetiminin önemini vurgulamaktır. Evresel performansın geliştirilmesinde yeşil tedarik zinciri yönetimi faaliyetlerinin etkinliğini ortaya koyan bir alan araştırmasına yer verilmektedir.

Sarkis ve diğerleri (2010), bu çalışmalarında, GSCM ile ilgili literatürü, bu araştırma alanının anlaşılması ve bilgisini genişletmek için kullanılan geçerli ve açıklayıcı örgüt kuramlarının tanımlanması üzerine odaklanarak gözden geçirmişlerdir.

Dube ve Gawande (2011), çalışmalarında yeşil tedarik zinciri yönetimi literatürünü gözden geçirmişlerdir. Literatürden çıkan başlıca faaliyetler şunlardır; yeşil işlemler, yeşil tasarım, yeşil üretim, ters lojistik ve atık.

Korkankorkmaz (2012), işletmelerin çevresel performansını etkileyen faktörleri ve aralarındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu amaçla Marmara Bölgesinde tespit edilen 100 firmaya anket ulaştırılmıştır. Yapılan anket çalışması sonucu çevresel performansın, çevresel yönetim sistemi ile olan öncelik ilişkisi, çevresel yönetim sistemini etkileyen diğer faktörler tanımlanmıştır. Çalışmasında ayrıca yalın ve yeşil tedarik zinciri ve bileşenleri incelenmiştir.

Andiç ve diğeri (2012), bu çalışmanın amacı, atık yönetiminin, tedarik zincirlerinin çevreci hale getirilmesi (yeşil tedarik zincirleri) için uygunluğunu ve önemini araştırmaktır. Literatüre ve kişisel tecrübelerine göre, elektrikli ve elektronik cihazlar, sektör olarak seçilmiştir. Bu sektörde faaliyet gösteren İzmirli üretici firmalarının tepe yöneticilerinden fikir almak amacıyla odak grup çalışması metodu benimsenmiştir. Odak grup çalışması, iki grup şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, atık yönetiminin yeşil tedarik zincirleri yaratılması için uygun bir başlangıç noktası olduğu ve elektrikli ve elektronik cihazlar sektörünün de bu amaç için uygunluğu ortaya çıkmıştır.

Kafa ve diğeri (2013), çalışmalarında, tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirlik performansını ve çevre dostu sistemlere olan ihtiyacı vurgulamak için "Yeşil" konsepti odaklanmışlardır. Bu çalışmanın amacı, yeşil tedarik zinciri yönetiminin sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için bir model önermektir.

Aksoy (2014), çalışmasında öncelikle YTZY, tersine lojistik ve atık yönetimi ile ilgili detaylı bir literatür araştırması yapmıştır. Ardından elektrikli ve elektronik eşyalar sektöründe faaliyet gösteren firmaların YTZY, e-atık geri dönüşüm sistemleri incelenmiştir. Literatür araştırması, firmalar ve belediyelerle yapılan görüşmeler sonunda edinilen bilgiler doğrultusunda Türkiye'deki elektrikli ve elektronik atık yönetiminin düzgün işlenmesi için görüş ve önerilerde bulunulmuştur.

Gün (2014), bu araştırma ile Türkiye' de faaliyet gösteren imalat işletmelerinin YTZY uygulamalarının düzeyi ile bu uygulamaların rekabet önceliklerine etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu amaçla öncelikle geniş kapsamlı bir yazın taraması yapılmış ve önceki çalışmaların önermeleri ışığında araştırma için hem bir ölçek geliştirilmiş hem de teorik altyapı hazırlanmıştır. Geliştirilen ölçek anket formu halinde cevaplayıcılara ulaştırılmış ve elde edilen cevaplar SPSS programları kullanılarak analiz edilmiştir.

Beldek (2015), tarafından yapılan bu çalışmanın amacı Türkiye ve Avrupa Birliği yönetmeliklerinin yeşil tedarik zinciri ve tersine lojistik kapsamlarında kıyaslanarak, Türkiye'de yeşil tedarik zinciri uygulamasının ne kadar maliyet ve sosyal kazanç sağlayacağını ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye inşaat sektöründe günümüzde kullanılmakta olan tedarik zinciri akış şeması çizilmiştir.

Türkay (2015), akademik çevrelerde ve endüstride dikkat çeken yeşil satın alma ve yeşil tedarikçi seçimi konularını detaylıca incelemiştir. Çalışmanın ilk bölümünde çevre kavramı ve çevre sorunları üzerinden durulmuş; çevreci yaklaşımların gelişimleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde yeşil tedarik zincirinin en önemli alt disiplinlerinden biri olan yeşil satın alma ve yeşil tedarikçi seçimi konularında sektör raporları ve sivil toplum örgütlerinin çalışmaları derlenmiş ve detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Laari ve diğerleri (2016), tarafından hazırlanan çalışmanın amacı, müşteri odaklı yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ile üretimdeki çevresel ve finansal performans arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri belirlemektir.

Laari ve diğerleri (2016), bu makalelerinde, rekabetçi strateji yaklaşımını geliştirmişlerdir. Finlandiya'da faaliyet gösteren 128 imalat, 110 ticaret ve 144 lojistik firması veri seti kullanan lojistik kullanıcıları ve sağlayıcıları açısından tedarik zincirinin kademeleri boyunca harici YTTY stratejilerini incelemişlerdir.

Scur ve Barbosa (2017), çalışmalarında, ev aletleri üreticileri tarafından benimsenen yeşil tedarik zinciri yönetiminin uygulamalarını belirlemiş ve analiz etmişlerdir.

Zhu ve He (2017), araştırmalarında, rekabet altındaki tedarik zincirindeki yeşil ürün tasarımı sorunlarını incelemiştir. Tedarik zincirlerindeki ürünlerin "yeşil" ile ilgili kararların nasıl etkilendiğini ele almışlardır.

Yeşil tedarik zinciri ve yeşil tedarikçi konularında yapılan çalışmalar incelendiğinde yeşil tasarım, geri dönüşümlü ürün kullanımı, yeşil satın alma, tersine lojistik kriterleri ön plana çıkmaktadır. Çalışma da; Yeşil tasarım, yeşil üretim, çevre yönetim sistemi ana kriterleri literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiş ve firmaya entegre edilmiştir. Literatürdeki kriterler seçim kriterlerinin belirlenmesinde yol gösterici olmuştur. Yeşil imaj, çevresel sorumluluk, mevcut müşteriyi koruma, yeşil depolama, hurda malzeme satışından oluşan kriterler ise bakır tedarikçiler dikkate alınarak çalışma grubu tarafından oluşturulmuştur.

#### 4.2. Yeşil Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Literatürü

Yeşil tedarik zinciri uygulamalarının değerlendirilmesi, tedarikçilerinin çevresel performansları, alternatif yeşil tedarikçilerin seçimi üzerine yapılan literatür araştırması Çizelge 4.2' de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Yeşil tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri literatür taraması

| ARAŞTIRMACILAR                                     | YIL  | ÇALIŞMANIN ADI   | KULLANILAN YÖNTEM                                    |
|--|------|--|--|
| G. Noci  | 1997 | Bir Tedarikçinin Çevresel Performansının Değerlendirilmesi için "Yeşil" Tedarikçi Derecelendirme Sistemlerinin Tasarlanması      | AHP  |
| R. Handfield, S.V. Walton, R. Sroufe, S.A. Melnyk  | 2002 | Tedarikçi Değerlendirmesinde Çevresel Kriterlerin Uygulanması: Analitik Hiyerarşi Sürecinin Uygulandığı Bir Çalışma              | AHP  |
| Joseph Sarkis                                      | 2003 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi için Stratejik Bir Karar Çerçevesi  | ANP  |
| C.Y. Chiou, C.W. Hsu, W.Y. Hwang                   | 2008 | Çin'de Elektronik Sanayisindeki Amerikan, Japon ve Tayvanlı Yeşil Tedarikçiler Hakkında Karşılaştırmalı Araştırma                | Bulanık AHP  |
| Gülçin Büyüközkan, Gizem Çiftçi                    | 2011 | Yeşil Tedarikçi Değerlendirmede Bulanık DEMATEL, Bulanık ANP ve Bulanık TOPSIS Üzerine Dayalı Hibrid MCDM Yaklaşımı              | DEMATEL, Bulanık ANP ve Bulanık TOPSIS               |
| Dilşad Güzel                                       | 2011 | Tedarik Zinciri Bütünleşmesi, Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları ve İşletme Performansı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma  | Doğrulayıcı Faktör Analizi ve Yapısal Eşitlik Modeli |
| Turan Paksoy, Nimet Yapıcı Pehlivan, Eren Özceylan | 2012 | Çevresel Tehlikeleri İçeren Risk Yönetimi ile Yeşil Tedarik Zinciri Ağının Bulanık Çok Amaçlı Optimizasyonu                      | AHP, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS                   |
| Shen, Olfat, Govindan, Khodaverdia, Diabatd        | 2013 | Yeşil Tedarik Zincirindeki Yeşil Tedarikçinin Performansını Dilsel Tercihler ile Değerlendiren Bulanık Çok Kriterli Bir Yaklaşım | Bulanık TOPSIS                                       |

Çizelge 4.2. (devam) Yeşil tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri literatür taraması

|  |      |  |                                       |
|--|------|--|---------------------------------------|
| Reza Rostamzadeh, Kannan Govindan, Ahmad Esmaeili, Mahdi Sabaghi   | 2014 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamalarının Değerlendirilmesi için Bulanık VIKOR Uygulaması                                 | Bulanık VIKOR                         |
| Abdollah Noorizadeh  | 2014 | Birden Fazla Kriterli Veri Zarflama Analizi Yoluyla Yeşil Tedarikçi Seçimi   | Veri Zarflama Analizi Tekniği         |
| Kannan Govindan, Sivakumar Rajendran, Joseph Sarkis, P. Murugesan  | 2014 | Yeşil Tedarikçilerin Değerlendirilmesi ve Seçimi İçin Çok Ölçütlü Karar Alma Yaklaşımları: Bir Literatür İncelemesi            | AHP, Bulanık AHP                      |
| Gülşen Akman   | 2014 | Bulanık C-MEANS ve VIKOR Yöntemleri ile Tedarikçilerin Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programlarını Dâhil Olarak Değerlendirilmesi | C-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi, VIKOR |
| Seyed Hamid Hashemi, Amir Karimi, Madjid Tavana  | 2015 | Analitik Ağ Süreci ve Geliştirilmiş Gri İlişkisel Analizi ile Entegre Bir Yeşil Tedarikçi Seçimi Yaklaşımı                     | ANP, Gri İlişkisel Analiz             |
| Özlem Gürel, A. Zafer Acar, İsmail Önden, İslam Gümüş  | 2015 | Yeşil Tedarikçi Seçiminde Belirleyici Faktörler  | AHP, ANP                              |
| Masoud Rahiminezhad Galankashi, Ali Chegeni, Amin Soleimanyanadegany, Ashkan Memari, Ali Anjomshoae, Syed Ahmad Helmi, Ahmad Dargi | 2015 | Bulanık ANP Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçme Kriterlerinin Önceliklendirilmesi   | Nominal Grup Tekniğini ve Bulanık ANP |
| Sachin Kumar, Mangla Pradeep Kumar, Mukesh Kumar Barua   | 2015 | Bulanık AHP Yaklaşımı Kullanılarak Yeşil Tedarik Zincirinde Risk Analizi: Bir Vaka Çalışması                                   | Bulanık AHP                           |
| Chong Wu, David Barnes   | 2016 | Yeşil Tedarikçi Seçimi ve Tedarik Zinciri İnşası için Entegre Bir Model  | ANP ve Çok Amaçlı Programlama         |
| Jafar Rezaei, Thomas Nispeling, Joseph Sarkis, Lori Tavasszy   | 2016 | En Kötü Metodu Kullanarak Geleneksel ve Çevresel Kriterleri Birleştiren Tedarikçi Seçimi Yaklaşımı                             | En İyi En Kötü Yöntemi                |
| Anjali Awasthi, Govindan Kannan  | 2016 | Bulanık Ortamda NGT ve VIKOR Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programı Seçimi   | Bulanık Nominal Grup Tekniği, VIKOR   |

Çizelge 4.2. (devam) Yeşil tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri literatür taraması

|  |      |   |  |
|--|------|---|--|
| Özer Uygun, Ayşe Dede  | 2016 | Entegre Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Performans Değerlendirmesi | Bulanık DEMATEL, Bulanık ANP, Bulanık TOPSIS |
| Narges Banaeian ,<br>Hossein Mobli ,<br>Behnam Fahimnia,<br>Izabela Ewa Nielsen,<br>Mahmoud Omid | 2016 | Bulanık Grup Karar Verme Yöntemlerini Kullanarak Yeşil Tedarikçi Seçimi: Tarım-Gıda Endüstrisinden Bir Uygulama               | Bulanık TOPSIS, VIKOR, Gri İlişkisel Analiz  |
| Sadeque Hamdan, Ali Cheaitou   | 2017 | Yeşil Kriterlere Sahip Tedarikçi Seçimi ve Sipariş Tahsisi: MCDM ve Çok Amaçlı Optimizasyon Yaklaşımı                         | AHP, Bulanık TOPSIS                          |
| Kazım Sarı   | 2017 | Yeşil Tedarik Zinciri Yönetim Uygulamalarını Değerlendirmek için Yeni Bir Çok Kriterli Karar Çerçevesi                        | Monte Carlo Simülasyonu, AHP, VIKOR          |
| Claudemir Leif Tramarico, Valerio Antonio Pamplona Salomon, Fernando Augusto Silva Marins        | 2017 | Yeşil Sorunları Dikkate Alan Bir Tedarik Zinciri Yönetimi Eğitimi Yararlarının Çok Kriterli Değerlendirmesi                   | AHP  |

Noci (1997), bu çalışmasında karar vericinin tedarikçi derecelendirme prosedürü geliştirmesine izin vermek için kritik bir tedarikçinin çevre performansını belirlemeyi amaçlamıştır.

Handfield ve diğerleri (2002), çeşitli çevre özelliklerinin görece önemini değerlendirmek ve birçok tedarikçinin görece performansında bu özelliklerine erişmek amacıyla çalışmalarını yapmışlardır.

Sarkis (2003), yeşil tedarik zinciri yönetiminin bileşenleri ve unsurları için temel olarak nasıl hizmet edeceği üzerine odaklanmıştır. Yeşil tedarik zinciri içerisinde karar vermede analitik ağ süreci olarak tanımlanan dinamik, doğrusal olmayan, çok yönlü bir karar modelinin uygulanabilirliğini araştırmış ve modelleme yaklaşımıyla ilgili konular tartışılmıştır.

Chiou ve diğeri (2008), yeşil tedarikçi seçimi problemini çeşitli ölçütlerin farklı ağırlıklarına dayanan bir sıralama sistemi ile çözmüşlerdir. Yeşil tedarikçi seçimi için ana ve alt kriterleri belirleyip, çok kriterli bir karar modeli önermişlerdir.

Büyüközkan ve Çiftçi (2011), tedarik zincirlerinde tedarikçileri seçmek için sürdürülebilirlik ilkelerine dayanan bir model tanımlamışlardır. Yeşil tedarikçi değerlendirme kriterleri belirlenmiştir ve yeni bir değerlendirme modeli oluşturulmuştur. Önerilen model, öncü şirketlerinden biri Ford Otosan'a uygulanmıştır.

Güzel (2011), tedarik zincirinde bütünleşme, yeşil tedarik zinciri uygulamaları ve işletme performansı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın, uygulama kısmında Marmara bölgesinde faaliyet gösteren ve Ambalaj Sanayicileri Derneğine kayıtlı 102 işletmenin fabrika müdürlerine yüz yüze görüşme yöntemi ile anket uygulanmıştır. Tedarik zinciri bütünleşmesinin, yeşil tedarik zinciri uygulamalarına etkisi ve yeşil tedarik zinciri uygulamalarının işletme performansına etkisi teorik olarak açıklanmıştır. Bu doğrultuda geliştirilen hipotezler ve araştırma modeli, yapısal eşitlik modeli aracılığı ile test edilmiştir.

Paksoy ve diğeri (2012), yeşil çerçevede kapalı döngü tedarik zinciri tasarımı üzerine çalışmışlardır. Çalışmada, AHP, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yaklaşımları uygulanmıştır.

Shen ve diğeri (2013), ise çalışmalarında olası yeşil tedarikçi değerlendirme kriterlerini, endüstriyel ve çevre uzmanların görüşlerini ve yönetim yargılarını kullanarak yeşil tedarikçi seçimini literatür araştırmasına göre tanımlamışlardır. Her tedarikçinin çevre performansını ölçen bir genel performans puanı oluşturmak için dilsel değişkenler kullanılmıştır. En yüksek puana sahip tedarikçinin, en iyi çevresel performansa sahip olduğu belirlenmiştir. Son olarak, karar verme sürecinde duyarlılık analizi yapılmıştır.

Rostamzadeh ve diğeri (2014), Malezya'da bir dizüstü bilgisayar üreticisinin yeşil tedarik zinciri yönetim göstergelerinin değerlendirilmesini göstermiştir. Bulanık VIKOR ile sonuçların karşılaştırmalı bir analizi sunulmuştur. Yeşil tedarik zinciri uygulamasını sağlayan en iyi şirket seçilmiştir.

Noorizadeh (2014), çalışmasında veri zarflama analizi tekniği (VZA) ile yeşil tedarikçi seçimi için karbondioksit emisyonu varlığında tedarikçilerin görece etkinliğini değerlendirilmiştir. Tedarikçilerin CO2 emisyonunun miktarı, istenmeyen bir çıkış olarak VZA modeline dâhil edilmiştir.

Govindan ve diğerleri (2014), çalışmalarında yeşil tedarikçi seçimi ile ilgili uluslararası bilimsel dergileri ve uluslararası bildiri araştırmalarını analiz etmişlerdir. Yeşil tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken en yaygın ölçütün "çevre yönetim sistemleri" olduğu belirlenmiştir. Güncel literatür boşlukları tespit edilmiştir. Bu boşluklar yeşil tedarikçi seçim süreci ve olası iyileştirmeleri belirlemek için yardımcı olmuştur.

Akman (2014), tedarikçinin çevre performansını belirlemek; tedarikçileri çevre konularında kendi koşullarını iyileştirmek için gerekenleri tanımlamak ve hangi tedarikçilerin çevre performansını artırmak için yeşil tedarikçi geliştirme programlarına dahil edilmesi gerektiğini belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada performans kriterlerini ve yeşil tedarikçi değerlendirme kriterlerini bir anket aracılığıyla belirlemiştir. C-Ortalamalar Kümeleme yöntemini kullanılarak iyi tedarikçileri seçmiştir. Yeşil kriterlere uygun tedarikçiler belirlenmiş ve başarısız tedarikçiler yeşil tedarikçi gelişim programlarına dâhil edilmek amacıyla VIKOR yöntemini kullanarak dizilmiştir.

Hashemi ve diğerleri (2015), bu çalışmada hem ekonomik hem de çevresel kriterler kullanılmış ve kapsamlı bir yeşil tedarikçi seçme modeli önerilmiştir.

Gurel vd. (2015), ortaklarla daha iyi bir ilişki kurmak ve hangi kriterlerin karar ortamını etkilediğini ifade etmek için bir literatür taraması yapmışlardır. Tekstil endüstrisinde yeşil tedarikçi seçimi için kriter listesi ile birlikte çok kriterli kararların entegrasyonunda yararlı olan hiyerarşik yapı önerilmiştir.

Galankashi ve diğerleri (2015), tedarikçi seçiminde hem klasik hem yeşil performans göstergelerini dikkate alarak entegre bir adım sağlamak için çalışmışlardır. Nominal Grup Tekniğini ve Bulanık Analitik Ağ Süreci yöntemlerini kullanmışlardır.

Kumar ve diğerleri (2015), bileşenlerinin risklerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada iki fazlı araştırma yaklaşımı önerilmiştir. İlk aşamada, yeşil tedarik zinciri ile ilgili riskler

altı kategoriye ayrılmıştır ve yirmi beş spesifik risk tespit edilmiştir. Belirlenen risklerin önceliklerini belirlemek için ikinci aşamada, riskler Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile analiz edilmiştir. En son olarak Duyarlılık Analizi, öncelik sıralaması istikrarını incelemek için yapılmıştır.

Wu, Barnes (2016), Analitik Ağ Süreci (AAP) ve Çok Amaçlı Programlama (MOP) metodolojilerini birleştirerek yeşil ortak seçimi ve tedarik zinciri yapımı için bir model sunmaktadır. Model, yeşil partner seçimini ve tedarik zinciri yapımı problemini etkili ve verimli bir şekilde çözenin yeni bir yolunu sunmuştur; çünkü karar vericiler tedarik zincirinin olumsuz çevresel etkisini eşzamanlı olarak minimuma indirirken iş performansını en üst düzeye çıkarmıştır.

Rezaei ve diğerleri (2016), çalışmada yeni bir uluslararası pazarda global bir giriş kararı ile karşı karşıya olan bir firmanın potansiyel tedarikçilerini belirlemek için kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Nitelikli tedarikçiler sıralanmıştır.

Awasthi ve Kannan (2016), yeşil tedarikçi geliştirme programlarının değerlendirilmesi problemi ele alınmıştır ve Bulanık Nominal Grup Tekniği -VIKOR önerilmiştir. Nominal Grup Tekniği, yeşil tedarikçi geliştirme programlarının değerlendirilmesi için kriterleri belirlemek için kullanılmıştır. VIKOR, yeşil tedarikçi geliştirme programı sıralamalarını oluşturmak ve uygulanması için en iyi programları tavsiye etmek için kullanılmıştır.

Uygun, Dede (2016), bu çalışmalarında, şirketlerin yeşil tedarik zinciri performanslarını yeşil tasarım, yeşil satın alma, yeşil dönüşüm, yeşil lojistik ve ters lojistik açısından değerlendirmek için entegre bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerine dayanan bir model önermişlerdir.

Banaeian ve diğerleri (2016), gıda endüstrisindeki gerçek bir şirket için yeşil tedarikçi değerlendirme ve seçimi çalışması yapılmıştır.

Hamdan, Cheaitou (2017), bu araştırmalarında, yeşil tedarikçi seçimi problemini çözmek için bir karar verme aracı sunmaktadır. İlk olarak, Bulanık TOPSİS (tercih sırası için benzerlik tekniği), her bir potansiyel tedarikçiye ayrı olarak alınan geleneksel ve yeşil olmak üzere iki kriter setine göre iki tercih ağırlığı atamak için kullanılmıştır. İkincisi, üst

düzyer yönetim, şirketin stratejisine ve potansiyel tedarikçilerden bağımsız olarak, her iki ölçüt grubuna küresel bir önem ağırlığı koymak için bir Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmıştır. Üçüncü olarak, her bir tedarikçi için, Bulanık TOPSIS' den geleneksel kriterlere göre elde edilen tercih ağırlığı, daha sonra geleneksel kriterler kümesinin küresel ağırlık ağırlığı ile çarpılmıştır. Aynıısı yeşil kriterler için de yapılmıştır. Potansiyel tedarikçiler sıralanmıştır.

Sarı (2017), çalışmasında, yeşil tedarik zinciri yönetimini değerlendirmek için yeni bir karar çerçevesi önermektedir. Monte Carlo simülasyonu, AHP ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır.

Tramarico ve diğeri (2017), bu araştırmalarında Tedarik Zinciri İşlemleri Referans Modelinin (SCOR), GSCM için çok kriterli bir eğitim değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Eğitim değerlendirmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci uygulanmıştır.

Literatürde çevresel performans değerlendirmesini ve yeşil tedarikçi seçimi problemini ele alan birçok çalışma bulunmaktadır. Seçim problemlerinin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP, TOPSIS, ANP yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, yeşil tedarikçi seçim problemi çözümünde AHP ve VIKOR yöntemi ele alınmış ve bir uygulama yapılmıştır. Yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan AHP yöntemi tercih edilmiştir. AHP yönteminin sağladığı en büyük fayda problemin hiyerarşik yapısını göstermesi olmuştur. Etkin sıralama yöntemlerinden birisi olan ve birçok sıralama probleminde kullanılmış olan VIKOR yöntemi kullanılarak yeşil tedarikçiler sıralanmış ve sonuç yorumlanmıştır.

## 5. PARATONER, TOPRAKLAMA MALZEMELERİ ÜRETEN BİR İŞLETMENİN YEŞİL TEDARİKÇİLERİNİN SEÇİMİ

Dünya genelinde rekabet gittikçe önem kazanmakta olduğundan dolayı tüm üreticiler gelişen yeşil tedarik zinciri anlayışına ayak uydurmak zorunda kalmıştır. Çalışmada yeşil tedarik zinciri yönetimine ve yeşil tedarikçi seçimine değinilerek belirlenen yeşil kriterler çerçevesinde paratoner ve topraklama malzemeleri üreten bir işletmenin çevreye duyarlı olan tedarikçilerin seçimi amaçlanmaktadır.

Bu bölümde paratoner ve topraklama malzemeleri üreten bir işletmede karşılaşılan yeşil tedarikçi seçme problemi ortaya koyulacak ve problemin çözüm aşamaları aktarılacaktır. Öncelikle uygulamanın yapıldığı firma için çevresel etkiler göz önünde bulundurularak yapılacak tedarikçi seçimi için model önerilecek, modelin hiyerarşik yapısı oluşturulacak ve alternatifleri belirlemede kullanılacak olan ana kriterler (Yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil imaj, yeşil depolama ve çevre yönetim sistemi) ve alt kriterleri belirlenecektir. Alternatif tedarikçiler bu modele göre değerlendirilerek aralarından en uygun tedarikçinin seçimi sağlanacaktır. Çözüm aşamalarında Super Decisions ve Excel programlarından yararlanılacaktır.

Uygulama yapılan fabrikada, yıldırımdan korunma ve topraklama malzemeleri, çeşitli amaçlar için metal direkler, özel ve genel amaçlı kabinler üretilmektedir. Üretilen malzemeler ve farklı üreticilerden sağlanan ürünler satış personelleri ile ülke çapında bir satış ağı tarafından müşterilere ulaşmaktadır. Ayrıca ürünler yurt dışında da birçok ülkeye uluslararası kalite standartlarına uygun olarak ihraç edilmektedir. İşletmede yıldırımlık, topraklama, AG/YG tesislerinin bakımı, onarımı, bu tip tesislerde ölçüm, test ve raporlama servis hizmetleri yer almaktadır. Kalite belgeleri; TSE Entegre Sistemi: ISO 9001, ISO14001, OHSAS18001'dir.

Firma üretiminde girdi olarak; bakır, çelik, alüminyum, plastik, prinç gibi hammaddeler kullanmaktadır. Firmanın üretimde kullandığı hammaddelerin %80' nini bakır oluşturmaktadır. Üretimde büyük miktarda hammadde olarak kullanıldığı ve üretim aşamasında çıkardığı "kükürtdioksit" gibi zararlı gazlardan dolayı bakır tedarikçileri arasından yeşil tedarikçi seçimi yapılmıştır. Aynı zamanda bakırın geri

dönüştürülebilirliğinin çok yüksek olması ve hurda satışının yapılması işletmelere büyük avantajlar sağlamaktadır.

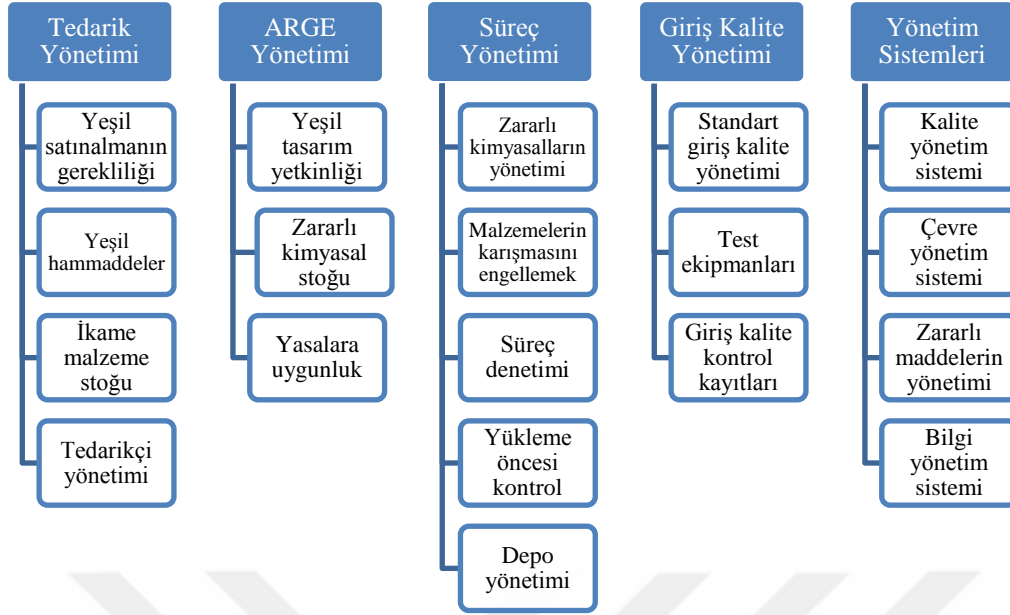
İşletme faaliyetlerinde aşağıdaki ilkeleri dikkate almaya özen göstermektedir;

- Doğal mirasa sahip çıkararak çevre ve doğal kaynakların korunması,
- Çevresel faaliyetlerin ve üretimin çevre yönetim sistem standartlarına uygun olarak yürütülmesi,
- Çalışanlara çevre bilincinin aşılması,
- Tedarikçilerin enerji verimliliği ve yeşil ekonomi çalışmaları konusunda bilinçlendirilmesi,
- Kirlilik kaynağında önlenerek atıkların minimum düzeye indirilmesi.

### **5.1. Modelin Hiyerarşik Yapısı**

Yeşil tedarikçi seçimi ile ilgili literatür incelendiğinde çeşitli modellemeler ve kriterler ile karşılaşılmaktadır. Lu vd. (2007), çalışmalarında tedarikçi seçiminde önemli olan kriterleri üretim süreçleri ile birlikte değerlendirilebileceği bir model ve hiyerarşik bir yapı ile ifade etmişlerdir. Çalışmalarındaki ana kriterleri malzeme, enerji, katı atık, sıvı atık, gaz atık; alt kriterleri ise üretim öncesi, üretim, dağıtım, ürün kullanımı ve bertaraf olarak belirlemişlerdir.

Hsu ve Hu (2009), tedarikçi seçimi yapılırken zararlı maddelerin yönetilmesi üzerine yaptıkları çalışmada daha özel bir alanı incelemişlerdir. Analitik Ağ Süreci (AAS) kullanarak tedarikçi seçiminin yapıldığı bu çalışmadaki ağ yapısında yer alan ana kriterleri; tedarik yönetimi, ARGE yönetimi, süreç yönetimi, giriş kalite yönetimi, yönetim sistemleri olarak Şekil 5.1' de ki hiyerarşide gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Zararlı madde yönetim sisteminde tedarikçi seçimi hiyerarşisi

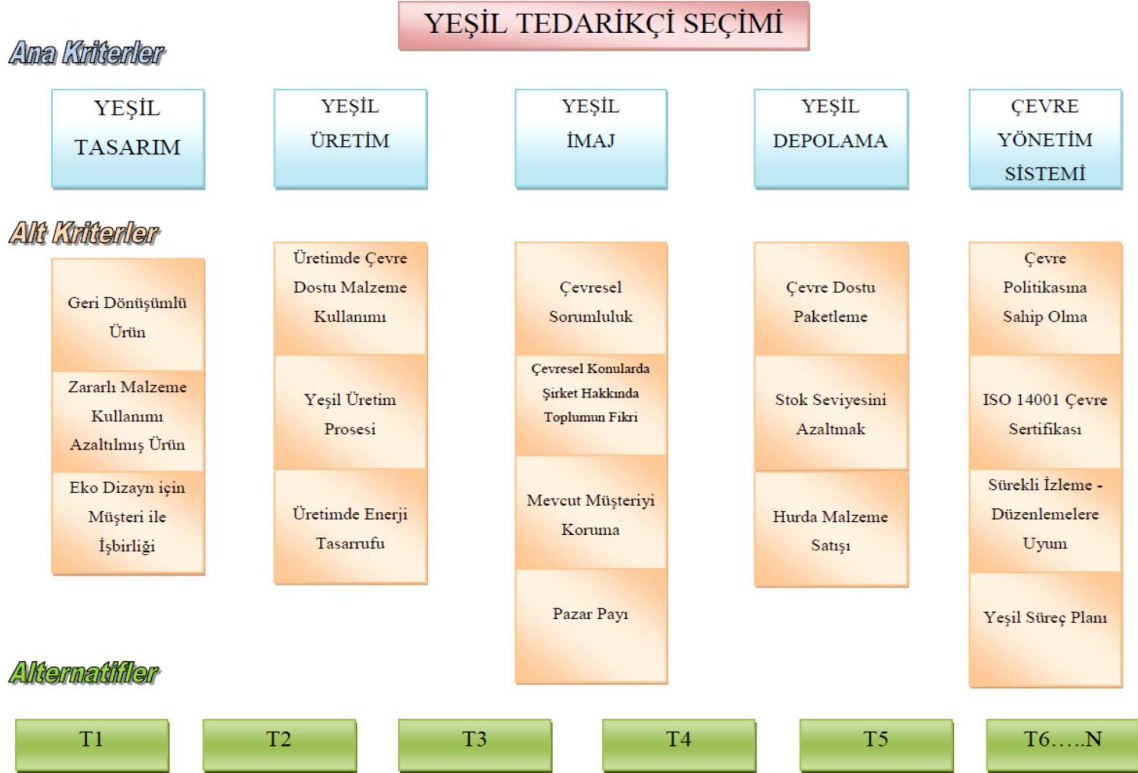
Noci (1997), yeşil tedarikçi seçimi ile ilgili çalışan ilk araştırmacılar arasında yer almaktadır. Makalesinde, iki tedarikçi arasında seçim yapmaya çalışan karar vericilerin karar verme süreçlerini izlemiş ve değerlendirmiştir. Çalışmasında kullandığı yeşil tedarikçi seçim kriterleri de Şekil 5.2' de verilmiştir.



Şekil 5.2. Yeşil tedarikçi seçim kriterleri (Noci, 1997)

Bu tez çalışmasında, paratoner ve topraklama malzemeleri üreten bir işletmenin hammadde kaynaklarının %80'nini bakır oluşturduğundan dolayı bakır tedarikçileri ele alınarak yeşil tedarikçilerinin sıralaması yapılmıştır.

Bakır tedarikçileri için yeşil tedarikçi seçim probleminin yapısına uygun ana kriterler (yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil imaj, yeşil depolama ve çevre yönetim sistemi) ve alt kriterler belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde literatürde ki çalışmalar ve çalışma grubunun görüşleri etkili olmuştur. Çalışma grubu çevresel konularda şirket hakkında toplumun fikri, çevre dostu paketleme ve hurda malzeme satışı olmak üzere kriterleri belirlemiş olup diğer kriterler literatürden alınarak firmaya göre entegre edilmiştir. Çalışma grubu bakır tedarikçilerinin seçimini sağlayacak kriterleri bu şekilde belirlemiştir. Daha önceki çalışmalara bakıldığında hiyerarşik yapıda belirtilen kriterlerin uygulamada kullanılmadığı görülmüştür. Geleneksel tedarikçi seçiminde önemli bir karşılaştırma unsuru olan 'fiyat' kriteri bakır tedarikçileri için dikkate alınmamıştır. Bakır madenlerinin gelir ve giderlerin tahminlenmesinde Londra Metal Borsası (LME) baz olarak kullanılmaktadır. Tedarikçilerin fiyat kriteri açısından aralarında farklılık bulunmamaktadır. Oluşturulan karar hiyerarşisi Şekil 5.3' de gösterilmektedir.



Şekil 5.3. Yeşil tedarikçi seçimi modeli

### 5.1.1. Yeşil tasarım

Yeşil tasarım; malzeme kullanımından son imha aşamasına kadar bir ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca çevreye olan olumsuz etkisini minimize etmeyi amaçlayan, ürün geliştirme sırasında yapılan çalışmaları ifade eder. Yeşil tasarım, aşağıda belirtilen şekillerde gerçekleştirilir;

- Yeniden kullanım için tasarım; kullanılan ürünlerin minimal işleme parçalarının ya da tümünün yeniden kullanımını kolaylaştırır.
- Yeniden dönüşüm için tasarım; malzemelerin yeniden işlenmesi, malzemelere göre kısımların ayrılması ve atık ürünlerin sökülmesini kolaylaştırır.
- Yeniden üretim için tasarım; ürünleri geri dönüştürmeyi amaçlayan, yenileme ve tamiri kolaylaştıran bir tasarımdır.
- Kaynak etkinliği için tasarım; kullanım esnasındaki bir ürünün malzeme ve enerji tüketiminin minimize edilmesidir. Yenilenebilir kaynak ve enerji kullanımını destekler (Eltayeb, Zailani, Ramayah, 2010).

Ürün tasarımı yeşil üretimin temelini oluşturmaktadır. Ürün geri dönüşümü (bakırın geri dönüştürülebilirliğinin çok yüksek olması) ve yeniden kullanımı da ürünün tasarımı ile birebir ilişkilidir. Yeşil tasarım ürün montaj ve de-montaj özellikleri, geri dönüşüm, yeniden kullanma vb. tersine lojistik faaliyetlerini birebir etkilemektedir. Şirketler, yeni ürün geliştirmenin başlangıç evresinde ürünün çevresel niteliklerini de ürün oluşumunun içine katmalıdırlar.

Eko-tasarım, ürün yaşam döngüsünde çevresel etkilerin minimize edilmesi ile eş zamanlı olarak ürün işlevselliğidir. Eko-tasarımın başarısı, kuruluş içinde iç departmanlar arasında ve tedarik zinciri boyunca diğer partnerler ile işbirliğini gerektirmektedir (Zhu, Sarkis, Lai, 2008).

Bir ürünün tasarım aşamasından, hammadde seçimine, üretim ve ürünün ömrünü tamamlayarak imha edilmesi aşamasına kadar tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinin minimize edilmesi için yeşil tasarım yapılmaktadır. Bunun yanı sıra bazen ürün yaşam döngüsünün belli bir evresini dikkate alarak tasarım yapılmaktadır.

Yeşil tasarım, yeşil tedarik zincirinin önemli bir parçasıdır. Bununla birlikte tedarik zincirinin her aşamasında yeşil faaliyetler yer almaktadır. Amerika Teknoloji Değerlendirme Ofisi, yeşil tasarımı atıkların önlenmesi ve malzemelerin en uygun kullanılmasının aracı olarak tarif etmiştir. Malzemenin en uygun kullanımı ve atıkların önlenmesi yeşil tasarımın hedefidir. Ürün dizayn özellikleri o ürünün üretim, nakliye, bakım, işletme/kullanım ve imha süreçlerini de belirlemektedir (Hundal, 2000).

Üretim sırasında ve sonrasında meydana gelen çevresel atıklar üzerine odaklanan yaklaşım, yerini eko tasarım ile ürünün tüm yaşam döngüsü süresince oluşan çevresel etkilerin minimize edilmesini hedefleyen, süreç esaslı ve bütünsel bir yaklaşıma bırakmaktadır. Üretimde toksik maddelerin kullanılmaması yeşil üretimin özelliklerindedir. Ürün tasarlanırken, ürün şekli ve geometrisi ile en az atık oluşturacak ve malzeme kullanılacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Ürün tasarımında ürün geri dönüşümü tasarımda hesaba katılmalıdır. Geri dönüşüm bazen daha fazla enerji ve malzeme kullanılmasına yol açabilir. Ömrünü tamamlayan ürün için; yeniden kullanım, yeniden üretim, de-montaj, geri dönüşüm ve imha için tasarım ön plana çıkmaktadır (Kasap ve Peker, 2011).

Xerox Avrupa, ürünlerini %65 oranında geri toplamaktadır. Bu ürünler satılan ve kiraya verilen fotokopi makineleri, ticari yazıcılar vb. malzemelerdir. Ürünler önce bölgesel dağıtım merkezlerinde toplanmaktadır. Bu dağıtım merkezlerinde test edilip derecelendirilmektedir. Sonrasında tamir, yeniden kullanıma uygun hale getirme, geri dönüşüm veya imha kararları verilmektedir. Xerox firması %90 oranında donanımı yeniden imal edilebilir tarzda tasarlamıştır. Ürünlerini modüler tasarım ilkelerine göre tasarlanmaktadır (Guide, Jayaraman, Linton, 2003).

İşletmeler eko-tasarım ile karlılıklarını ve verimliliklerini arttırarak rekabette daha güçlü bir konuma gelmektedirler. Bu yüzden Yeşil üretimde eko-tasarım en önemli ve en temel süreçlerden biri olmaktadır.

### **5.1.2. Yeşil üretim**

Üretim işleminin çevre faktörleri dikkate alınarak ve gerekli duyarlılık gösterilerek gerçekleştirilmesidir. Çeşitli işlemlerden geçirilerek geri toplanan ürünler tekrar pazara

sürülür. Böylelikle ürünlerin tekrar kullanımı ile hem çevreye verilen zarar en az seviyeye indirilir hem de hammadde kullanımının azaltılması sağlanır. Yeşil üretimi oluşturan kavramlar; yeniden üretim, yeniden kullanım ve sökme olarak incelenecektir. Yeşil üretim süreçlerinin başlıca özellikleri şunlardır;

- Daha az toksik madde kullanır ve ortaya çıkarır.
- Daha az atık meydana getirir.
- Daha az doğal kaynak tüketir.
- Üretim için daha az enerjiye ihtiyaç duyar.
- Küresel iklim değişikliğine yol açan zararlı gazlardan daha az ortaya çıkarır.

### **5.1.3. Yeşil imaj**

Bir işletmenin toplum da oluşturduğu algıya bağlı olarak satışları ve karlılık oranları artmaktadır. Günümüzde ürünlerinde ve tedariklerinde yeşil imajı kullanan işletmeler toplumda daha iyi algılanmaktadır. Yeşil imaj işletmenin rekabet gücünü artırmanın yanı sıra stratejik avantaj da sağlar. Marka imajı bir firmanın tercih edilebilirliği için çok önemli bir faktördür. Bu imaj firmanın tüm faaliyet ve ilişkilerinin sonucunda ortaya çıkar. Şirketin finansal büyüklüğü marka imajının en büyük göstergelerinden biridir. Bir işletme çevreyle dost olarak anılarak ün salabilir. Bu şekilde anılabilmek için yeşil satın alma faaliyetleri yapılıyor olmalıdır.

### **5.1.4. Yeşil depolama**

Maliyet ve enerji tasarrufu sağlayan yeşil depoların sayısı gittikçe artmaktadır. Depoları çevreci hale getirebilmek mümkündür.

Depolar tasarlanırken gün ışığından daha fazla yararlanabilmesi sağlanmaya çalışılmalıdır. Elektrik tasarrufu sağlanması adına; elektriğin bir kısmı güneş enerjisi yardımıyla elde edilebilir veya depo içinde ışıklar harekete duyarlı sensörlerle donatılabilir. Ayrıca; depo içinde ve dışında kullanılan araç ve ekipmanların karbon türevleri yakıtlar yerine elektrik ile çalışan araçların tercih edilmesi daha çevreci bir yaklaşım olur. Yeşil ambalajlama kavramına ise değişik işlevler yüklenmiştir. Ürünün ambalajlanması, kalite

maliyetlerini düşürmek, çevresel olumsuz etkileri azaltmak ve müşteri güvenini sağlamak için gerekmektedir. Ambalajlama malzemesinin tekrar tekrar kullanımına imkân veren tersine lojistik faaliyetleri yürütülmelidir. Paketlerin boyutuna şekline çevre dostu malzemelerin kullanılmasına dikkat edilmelidir. Uygun olarak tasarlanmış paketler daha az malzeme kullanımı sağlar ve depolarda da alanın verimli kullanılmasına olanak verir. Taşıma miktarı azalır. İyi paketleme dağıtım firmalarını da etkiler. Tırların en iyi şekilde yüklenmesi taşıtların yapacakları sefer sayısını da azaltabilir. Yeşil ambalajlamanın işlevleri şunlardır;

- Koruma ve garanti işlevi
- Satış işlevi; tüketicinin satın almaya teşvik edilmesi
- Hizmet işlevi; ürünler hakkında bilgi verme
- Çevresel işlev; çevresel etkilerin asgariye indirilmesi
- Düzenleme işlevi; etiketleme, hijyen vb. düzenlemeler ile ürünün desteklenmesi
- Depolama ve satış işlevi; ürünün korunması
- Bilgi işlevi; ürün ile ilgili bilgileri tüketiciye ulaştırılması
- Bölme işlevi; ürünleri gereksinimlere göre parselleme ve taze ürünlerin korunması (Ayyıldız ve Genç, 2008).

### **5.1.5. Çevre yönetim sistemi**

Günümüzde ülkelerin çoğu çevre yönetim sistemini benimsemişlerdir. Sürdürülebilir kalkınma amacı doğrultusunda Çevre Yönetim Sistemlerini oluşturmaya başlamışlardır. Çevre Yönetim Sistemi, işletmelerin ürün, hizmetler ve diğer faaliyetleriyle ilgili süreçlerin çevre üzerine mevcut ve daha sonraki dönemlerde ortaya çıkabilecek etkilerini yönetme imkânı sağlayan sistematik bir araçtır (Yontar, 2006).

Ülkelerin, ulusal ve bölgesel şartları gereği yasal düzenlemelerinin birbirinden farklılık göstermesi, farklı çevre standartlarının oluşmasına neden olmuş ve bu durum, ülkeler arasında çeşitli ticari engeller oluşturmaya başlamıştır (Karaer, Pusat, 2002). Bu farklılıkların ve onun neden olduğu engellerin ortadan kaldırılması amacıyla bir EMS standardizasyonuna ihtiyaç duyulmuş ve bu doğrultuda çalışmalar yapılarak çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Bu standartlardan en yaygın olarak bilinenleri; İngiliz

Standartlar Enstitüsü tarafından geliştirilen BS 7750, Avrupa Birliği tarafından geliştirilen Eko-Yönetim, Denetim Planı ve Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından geliştirilen ISO 14000'dir. Çevre Yönetim Sisteminin, ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Standardından sonra uluslararası kuruluşlarda tanınması ve uygulanması çok hızlı olmuştur. Tüm dünyaca bilinen ve kullanılan ortak bir dil olduğundan global pazarda kabul edirliliği de sorunsuz sağlanmıştır. Çevre yönetimi sisteminde ISO 14001 gibi çevre sertifikaları, çevre politikaları, çevresel hedef planlamaları yer almaktadır (Paksoy, Pehlivan, Özceylan, 2012).

ISO 14000 Standartlar Serisi;

- ISO 14001 : 2004 : Çevre Yönetim Sistemleri – Özellikler ve Kullanım Kılavuzu
- ISO 14004 : 2004 : Çevre Yönetimi – Çevre Yönetim Sistemleri – Prensipler, Sistemler ve Destekleyici Teknikler için Genel Kılavuz
- ISO 14015 : 2001 : Çevre Yönetimi – İşletmelerin ve Yerleşim Alanlarının Çevre Açısından Değerlendirmesi
- ISO 14031 : 1999 : Çevre Yönetimi-Çevre Performans Değerlendirmesi-Kılavuz
- ISO 14040 : 2006 : Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme Genel Prensipler ve Uygulamalar
- ISO 14044 : 2006 : Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Özellikler ve Kılavuz
- ISO/TR 14047 : 2003 : Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme – ISO 14042 Uygulama Örnekleri
- ISO/TR 14049 : 2000 : Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme – ISO 14041'i Amaç ve Kapsam Tanımlarına ve Stok Analizine ISO 14041'i Uygulama Örnekleri
- ISO 14050 : 2009 : Çevre Yönetimi - Sözlük
- ISO/TR 14062 : 2002 : Çevre Yönetimi – Çevre Konularının Ürün Tasarım ve Geliştirilmesine Entegre Edilmesi
- ISO 14063 : 2006 : Çevre Yönetimi –Çevresel İletişim - Kılavuzlar ve Örnekler
- ISO 19011 : 2002 : Kalite ve/veya Çevre Yönetim Sistemlerinin Denetimi

Bu standartlar, işletmelerin değerlendirilmesi ve ürünlerin değerlendirilmesi şeklinde iki kısımdan oluşur. İşletmelerin değerlendirilmesinde yer alan standartlar, bir Çevre Yönetim Sistemi'nin oluşturulması ve değerlendirilmesi için kapsamlı ilkeler sağlamakta ve diğer

işletme/çevre sistemleri ile bir ara yüz oluşturmaktadır. EMS yönetim fonksiyonlarını; yönetimin plan ve kararlarının işletmenin çevre ile ilgili stratejik amaçlarını desteklemesini sağlayacak şekilde düzenlemektedir. Ürünlerin değerlendirilmesinde yer alan standartlarda ise ürünlerin/hizmetlerin, ekonomik ömürleri boyunca çevre üzerindeki etkilerini, çevre etiket ve bildirimlerini ne yönde etkiledikleri araştırılmaktadır. Bu standartlar, işletmelerin plan ve kararlarını desteklemek için gereksinim duydukları bilgilerin sağlanmasını belirli çevre bilgilerinin topluma ve diğer ilgili birimlere aktarılmasını kolaylaştırmaktadır (Kasap, 1998).

## **5.2. Yeşil Tedarikçi Seçim Probleminin Çözümü**

Tedarikçi seçim problemlerinde ÇKKV yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Tedarikçi seçim problemleri hem nicel hem de nitel faktörleri içeren karmaşık çok kriterli bir sorundur.

Çalışmanın birinci aşamasında problemin yapısına uygun değerlendirme ana kriterleri (yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil imaj, yeşil depolama ve çevre yönetim sistemi) ve alt kriterleri belirlenerek kriter ağırlıklarının her biri Super Decisions paket programı kullanılarak AHP yöntemi ile hesaplanmıştır. AHP yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları VIKOR yöntemi çözümüne dahil edilmiştir. Excel'e gerekli veriler girilerek yapılan hesaplamalar sonucunda VIKOR yöntemiyle çözümler elde edilmiş belirlenen alternatif yeşil tedarikçiler uygun olarak sıralanmıştır. AHP ve VIKOR yöntemi için proses aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

### **5.2.1. AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi**

Yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi AHP metodu yardımı ile hesaplanmıştır.

Problemin tanımlanması : Yeşil tedarikçi seçiminde önemli kriterlerin ve ağırlıklarının belirlenmesi bu aşamadaki problemimizdir.

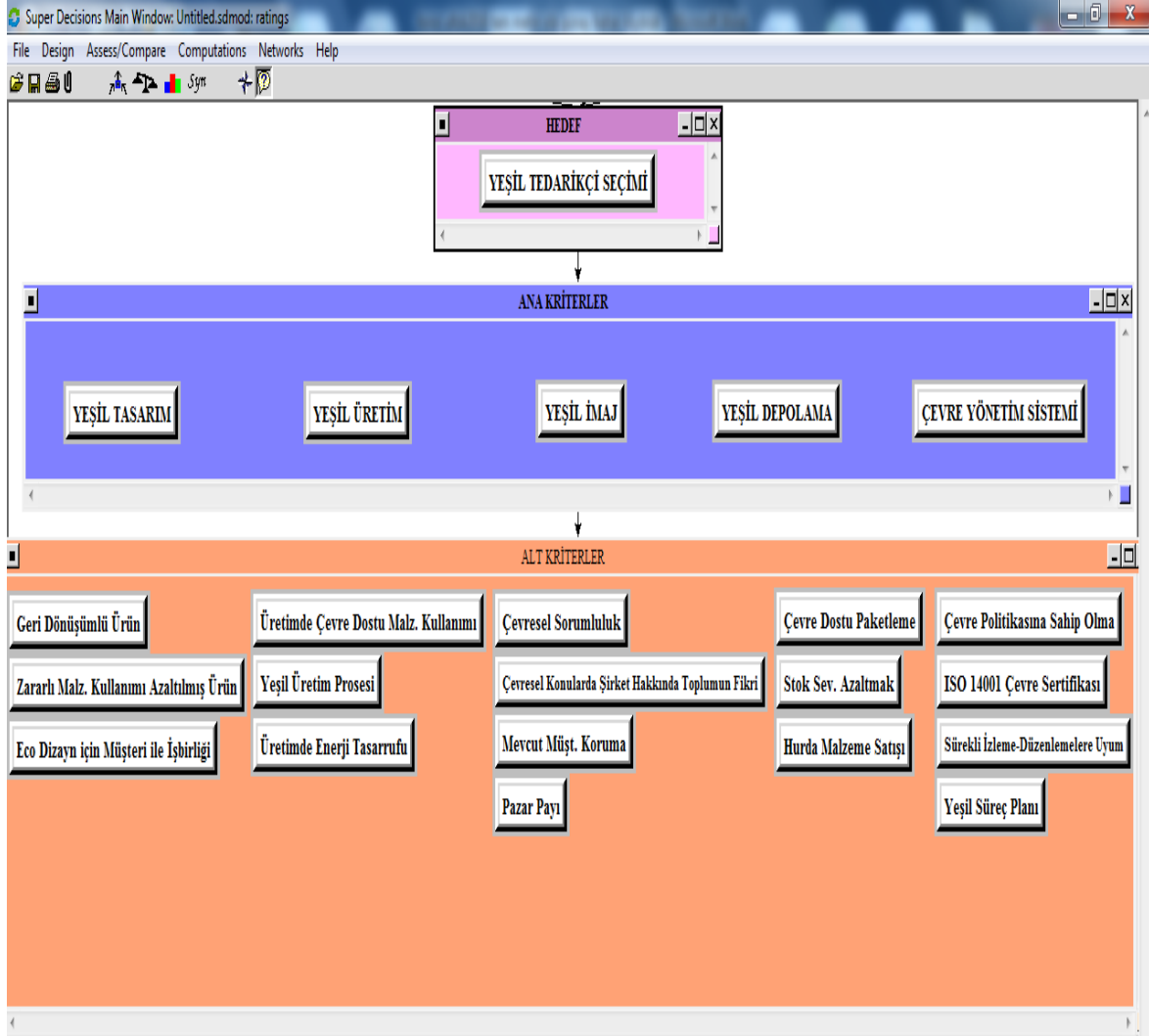
Çalışma grubunun oluşturulması : İşletme yöneticileri ve konunun uzmanlarından oluşan 4 kişilik karar verici çalışma grubu oluşturulmuştur. Satın alma personelleri K.V.1 ve K.V.2, Üretim personelleri K.V.3 ve K.V.4 olarak gösterilmiştir.

Ana ve alt kriterlerin belirlenmesi : Çalışma kapsamında yeşil tedarikçi seçimi için 5 ana kriter ve 17 alt kriter belirlenmiştir. Firma ve sektör göz önünde bulundurularak uygun kriterler tanımlanmış ve karar verici grubun önerileri ile kriterler son halini almıştır. Belirlenmiş olan modele ilişkin, kullanılan kriterler Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak ana ve alt kriterler

| KRİTERLER |                       | ALT KRİTERLER |   |
|-----------|-----------------------|---------------|---|
| K1        | YEŞİL TASARIM         | K11           | Geri Dönüşümlü Ürün                               |
|           |                       | K12           | Zararlı Malzeme Kullanımı Azaltılmış Ürün         |
|           |                       | K13           | Eko Dizayn için Müşteri ile İşbirliği             |
| K2        | YEŞİL ÜRETİM          | K21           | Üretimde Çevre Dostu Malzeme Kullanımı            |
|           |                       | K22           | Yeşil Üretim Prosesi                              |
|           |                       | K23           | Üretimde Enerji Tasarrufu                         |
| K3        | YEŞİL İMAJ            | K31           | Çevresel Sorumluluk                               |
|           |                       | K32           | Çevresel Konularda Şirket Hakkında Toplumun Fikri |
|           |                       | K33           | Mevcut Müşteriyi Koruma                           |
|           |                       | K34           | Pazar Payı  |
| K4        | YEŞİL DEPOLAMA        | K41           | Çevre Dostu Paketleme                             |
|           |                       | K42           | Stok Seviyesini Azaltmak                          |
|           |                       | K43           | Hurda Malzeme Satışı                              |
| K5        | ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ | K51           | Çevre Politikasına Sahip Olma                     |
|           |                       | K52           | ISO 14001 Çevre Sertifikası                       |
|           |                       | K53           | Sürekli İzleme-Düzenlemelere Uyum                 |
|           |                       | K54           | Yeşil Süreç Planı                                 |

Çizelge 5.1’ de sunulan kriterler Super Decisions paket bilgisayar programına aktarılır. Model, programda oluşturulurken ilk adımda “küme yarat” (create cluster) ve “düğüm yarat” (create node) menüleri kullanılarak ana kriterler ve ana kriterler kümelerinin içinde bulunan alt kriterler oluşturulur. Hiyerarşik yapı elde edilir. Resim 5.1’ de programda oluşturulan modelin son hali gösterilmiştir.



Resim 5.1. Super Decisions programında hiyerarşik yapı oluşturulması

Kriterler arası kıyaslamaların yapılması : Yeşil tedarikçi seçimi probleminin hiyerarşik yapısının oluşturulmasının ardından Super Decisions programı kullanılarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken çizelge 5.2’ deki 1-9 ölçeğinden faydalanılmıştır. AHP yöntemi, bireysel ve grup kararlarında uygulanabilmektedir. AHP’ de grup kararı verilirken yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi ikili karşılaştırma matrislerinde yer alan bireysel yargıların

birleştirilmesidir. Bir grubun yargılarının birleştirilmesinde karar vericilerin eşit öneme sahip olduğu durumlarda geometrik ortalama en uygun metottur (Önder ve Önder 2014). Bu nedenle yargıların birleştirilmesinde geometrik ortalama metodu tercih edilmiştir.

Çizelge 5.2. Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak ölçek

| ÖNEM DERECESESİ | TANIM  | AÇIKLAMA  |
|-----------------|--|---|
| 1               | Eşit önem  | İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor.  |
| 3               | Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması | Tecrübe ve yargı faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor.                           |
| 5               | Kuvvetli düzeyde önem                                  | Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor.                |
| 7               | Çok kuvvetli bir düzeyde önem                          | Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor. |
| 9               | Aşırı düzeyde önem                                     | Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar büyük bir güvenilirliğe sahip.     |
| 2,4,6,8         | Ortalama değerler                                      | Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.              |

Hesaplanan geometrik ortalama değeri 1-9 arasında ise; karşılaştırma sonucu Resim 5.2’ de görünen Super Decision programı anket formunun sol tarafına (mavi değerler) değişiklik yapılmadan girilmiştir. Geometrik ortalama ondalıklı bir sayı ise yakın olduğu tamsayı değeri alınmıştır. Karar vericilere ait hesaplanan geometrik ortalama değeri 0-1 aralığında ise “1” değeri, bu değere bölünür ( $1/(0,60)$  gibi). Bölme sonucu elde edilen değer ondalıklı çıkması halinde yakın olduğu tam sayı değeri dikkate alınarak “1/ elde edilen değer” şeklinde hesaplanır. Ana kriterler için geometrik ortalama hesaplama sonuçları Çizelge 5.3’ de sunulmuştur. Çizelge 5.3’ de ortak görüş sütununda yer alan kesirli rakamlar bu şekilde belirlenmiştir. İkili kıyaslamaların her biri için ortak görüşler belirlenmiştir.

Bir sonraki aşamada 4 uzman tarafından cevaplandırılan karşılaştırma değerleri bilgisayar ortamında oluşturulan modele girilir. Soru formunda sorulan ikili karşılaştırmalar 4 gruba ayrılmıştır; ilk olarak “en uygun yeşil tedarikçinin belirlenmesi” hedefine bağlı olarak ana kriterlerin karşılaştırılması, model oluşturulduktan sonraki aşamada “karşılaştırma” (compare) menüsü altındaki “küme karşılaştırmaları” (cluster comparisons) ve “düğüm karşılaştırmaları” (node comparisons) sekmeleri ile çıkan matrislere soru formlarından elde edilen veriler, her karşılaştırma için tek tek girilir. Bu kıyaslamalarda kullanılan örnek soru kalıbı “Yeşil tedarikçi seçimi açısından Yeşil İmaj mı Yeşil Üretim mi daha önemlidir?” şeklindedir. Bu şekilde tüm ana kriterler ve alt kriterler arasında kıyaslama yapılmıştır.

Çizelge 5.3. Ana kriterler için geometrik ortalama

| Kriterler      | K.V.1 | K.V.2 | K.V.3 | K.V.4 | Geometrik Ortalama | Ortak Görüş | Kriterler             |
|----------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|-----------------------|
| Yeşil Depolama | 3     | 1/5   | 1/7   | 1/2   | 0,454994           | 1/2         | Yeşil İmaj            |
| Yeşil Depolama | 1/5   | 1/3   | 1/5   | 1/7   | 0,20891            | 1/5         | Yeşil Tasarım         |
| Yeşil Depolama | 1/7   | 1/5   | 1/9   | 1/7   | 0,145931           | 1/7         | Yeşil Üretim          |
| Yeşil Depolama | 1/5   | 1/3   | 1/5   | 1/3   | 0,258199           | 1/4         | Çevre Yönetim Sistemi |
| Yeşil İmaj     | 1/5   | 1/3   | 1/3   | 1/3   | 0,293371           | 1/3         | Yeşil Tasarım         |
| Yeşil İmaj     | 1/7   | 1/3   | 1/5   | 1/7   | 0,192056           | 1/5         | Yeşil Üretim          |
| Yeşil İmaj     | 1/7   | 1/3   | 1/5   | 1/9   | 0,180361           | 1/5         | Çevre Yönetim Sistemi |
| Yeşil Tasarım  | 1/5   | 2     | 1/7   | 1/3   | 0,371501           | 1/3         | Yeşil Üretim          |
| Yeşil Tasarım  | 2     | 1/3   | 3     | 2     | 1,414214           | 1           | Çevre Yönetim Sistemi |
| Yeşil Üretim   | 3     | 2     | 5     | 3     | 3,08007            | 3           | Çevre Yönetim Sistemi |

1. Choose

2. Node comparisons with respect to YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİM

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.03389

|             |         |
|-------------|---------|
| YEŞİL DEP~  | 0.04727 |
| YEŞİL İMAJ  | 0.07158 |
| YEŞİL TASA~ | 0.19830 |
| YEŞİL ÜRE~  | 0.46593 |
| ÇEVRE YÖN~  | 0.21692 |

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 5.2. Ana kriterlerin ikili karşılaştırmalar anket görünümü

1. Choose

2. Node comparisons with respect to YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİM

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.03389

|             |         |
|-------------|---------|
| YEŞİL DEP~  | 0.04727 |
| YEŞİL İMAJ  | 0.07158 |
| YEŞİL TASA~ | 0.19830 |
| YEŞİL ÜRE~  | 0.46593 |
| ÇEVRE YÖN~  | 0.21692 |

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 5.3. Ana kriterlerin ikili karşılaştırmalar matris görünümü

Ana kriterlerin ikili karşılaştırmaları için yapılan değerlendirme sonuçları Resim 5.2' de verilmiştir. Resim 5.3' de ki sonuç ekranında görünen kriterlere ilişkin öncelik değerleri incelendiğinde, oluşturulan model için tedarikçi değerlendirme kriterlerinin önem sırasıyla değerleri; yeşil üretim (0,465), çevre yönetim sistemi (0,216), yeşil tasarım (0,198), yeşil imaj (0,0715), yeşil depolama (0,0472). Bu sonuçlara göre karar vericiler için yeşil tedarikçi seçim kriterlerinden en önemli kriter yeşil üretim, en önemsiz kriter ise yeşil

depolama olarak ortaya çıkmıştır. Ana kriterlerin ikili karşılaştırmalarından sonra aynı şekilde her bir alt kriter için de gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Yeşil tasarım kriteri için geometrik ortalama Çizelge 5.4' de sunulmuştur.

Çizelge 5.4. Yeşil tasarım kriteri için geometrik ortalama

| Kriterler                             | K.V.1 | K.V.2 | K.V.3 | K.V.4 | Geometrik Ortalama | Ortak Görüş | Kriterler                                 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|---|
| Eko Dizayn İçin Müşteri ile İşbirliği | 1/7   | 1/5   | 1/9   | 1/5   | 0,158738           | 1/6         | Geri Dönüşümlü Ürün                       |
| Eko Dizayn İçin Müşteri ile İşbirliği | 1/7   | 1/3   | 1/5   | 1/7   | 0,192056           | 1/5         | Zararlı Malzeme Kullanımı Azaltılmış Ürün |
| Geri Dönüşümlü Ürün                   | 2     | 2     | 3     | 2     | 2,213364           | 2           | Zararlı Malzeme Kullanımı Azaltılmış Ürün |

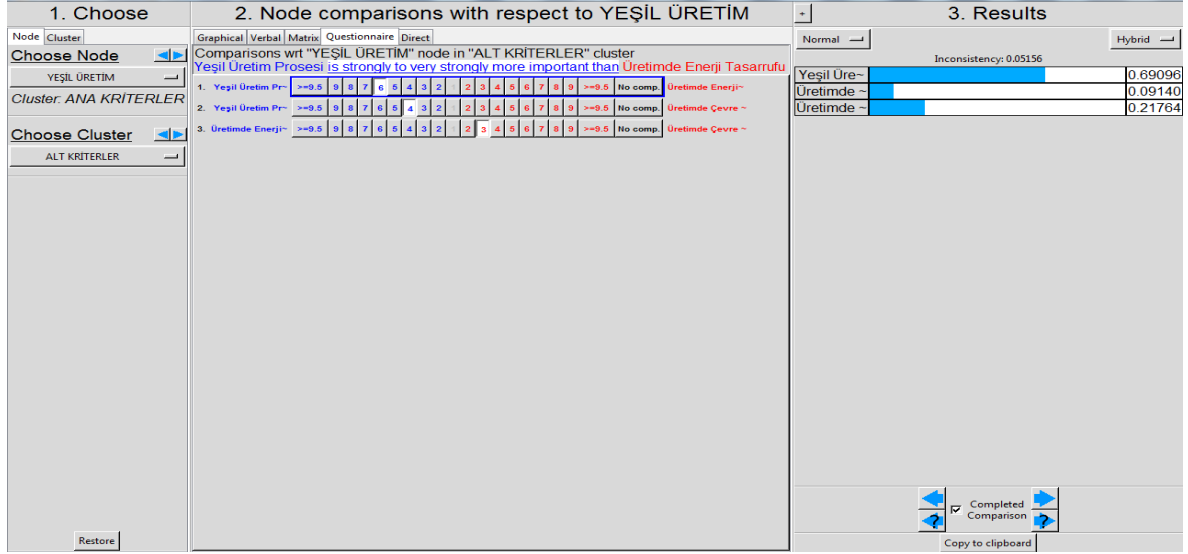
Yeşil tasarım alt kriterlerinin ikili karşılaştırmalarına ait ekran görüntüsü Resim 5.4' de yer almaktadır. Karar vericilere göre; Yeşil tasarım alt kriterlerinden en önemli değerlendirme kriteri, "Geri Dönüşümlü Ürün" (0,576) kullanımınıdır. Tedarikçilerin geri dönen ürünleri çevreye zarar vermeden, geri dönüşüm veya bazı parçaların tekrar kullanılması yolu ile yeniden kullanma yoluna gidip gitmedikleri ile ilgilidir. Geri dönüşümlü ve yeniden kullanılabilir malzemelerin tercih edilmesi hem çevresel hem de ekonomik fayda sağlayacaktır. Üretimde kullanılmak üzere satın alınacak malzemelerin geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir veya geri dönüşümü yapılmış malzemeler arasında seçilerek yapılması önem kazanmıştır. Özellikle bakır geri dönüşümlü bir üründür. Bu sebeple firmalar için hem çevresel hem ekonomik anlamda katkı sağlamaktadır

Resim 5.4. Yeşil tasarım kriterinin ikili karşılaştırmalar matris görünümü

Çizelge 5.5’ de yeşil üretim kriteri için geometrik ortalama değerleri sunulmuştur. Resim 5.5’ de yeşil üretim kriterleri için ikili karşılaştırma matrisi gösterilmiştir. Yeşil üretim alt kriterleri ise önem sırasına göre; Yeşil Üretim Prosesi (0,690), Üretimde Çevre Dostu Malzeme Kullanımı (0,217), Üretimde Enerji Tasarrufu (0,091).

Çizelge 5.5. Yeşil üretim kriteri için geometrik ortalama

| Kriterler                 | K.V.1 | K.V.2 | K.V.3 | K.V.4 | Geometrik Ortalama | Ortak Görüş | Kriterler                              |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|--|
| Yeşil Üretim Prosesi      | 5     | 6     | 5     | 7     | 5,692425           | 6           | Üretimde Enerji Tasarrufu              |
| Yeşil Üretim Prosesi      | 3     | 7     | 5     | 3     | 4,212866           | 4           | Üretimde Çevre Dostu Malzeme Kullanımı |
| Üretimde Enerji Tasarrufu | 1/2   | 1/3   | 1/3   | 1/5   | 0,324668           | 1/3         | Üretimde Çevre Dostu Malzeme Kullanımı |



Resim 5.5. Yeşil üretim kriterinin ikili karşılaştırmalar matris görünümü

Çizelge 5.6’ da yeşil imaj kriteri için geometrik ortalama hesaplamaları yer almaktadır. Resim 5.6’ da sunulan yeşil imaj kriterleri matrisinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda tedarikçinin yeşil imaj ana kriteri için en önemli alt kriter, kendi ana kriter kümesi içerisinde almış olduğu 0.313 öncelik değeriyle “Pazar Payı” kriteridir.

Çizelge 5.6. Yeşil imaj kriteri için geometrik ortalama

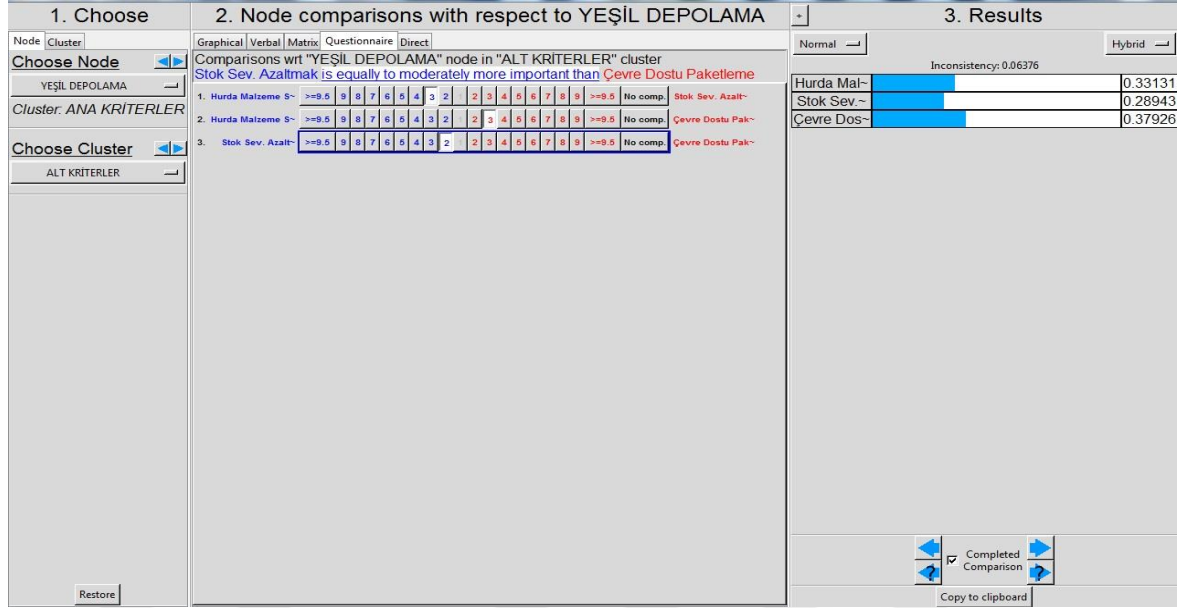
| Kriterler   | K.V.1 | K.V.2 | K.V.3 | K.V.4 | Geometrik Ortalama | Ortak Görüş | Kriterler   |
|---|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|---|
| Mevcut Müşteriyi Koruma                           | 1/5   | 1/7   | 1/5   | 1/5   | 0,183865           | 1/5         | Pazar Payı  |
| Mevcut Müşteriyi Koruma                           | 5     | 7     | 3     | 2     | 3,806754           | 4           | Çevresel Konularda Şirket Hakkında Toplumun Fikri |
| Mevcut Müşteriyi Koruma                           | 1/5   | 5     | 3     | 1/5   | 0,880112           | 1           | Çevresel Sorumluluk                               |
| Pazar Payı  | 1/5   | 1/3   | 1/5   | 1/3   | 0,359304           | 1/3         | Çevresel Konularda Şirket Hakkında Toplumun Fikri |
| Pazar Payı  | 1/7   | 5     | 3     | 1/5   | 0,809107           | 1           | Çevresel Sorumluluk                               |
| Çevresel Konularda Şirket Hakkında Toplumun Fikri | 3     | 1/5   | 1/7   | 1/2   | 0,454994           | 1/2         | Çevresel Sorumluluk                               |

Resim 5.6. Yeşil imaj kriterinin ikili karşılaştırmalar matris görünümü

Yeşil depolama kriterleri için karar vericilerin görüşleri için geometrik ortalama alınarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.7’ de sunulmuştur. Gerekli verilerek girilerek elde edilen karşılaştırma matrisi Resim 5.7’ de gösterilmektedir. Yeşil depolama ana kriteri için ise en önemli alt kriter 0.379 değeriyle “Çevre Dostu Paketleme” olmuştur.

Çizelge 5.7. Yeşil depolama kriteri için geometrik ortalama

| Kriterler                | K.V.1 | K.V.2 | K.V.3 | K.V.4 | Geometrik Ortalama | Ortak Görüş | Kriterler                |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|--------------------------|
| Hurda Malzeme Satışı     | 3     | 4     | 3     | 2     | 2,912951           | 3           | Stok Seviyesini Azaltmak |
| Hurda Malzeme Satışı     | 1/5   | 1/3   | 1/5   | 1/2   | 0,285744           | 1/3         | Çevre Dostu Paketleme    |
| Stok Seviyesini Azaltmak | 3     | 2     | 1     | 2     | 1,86121            | 2           | Çevre Dostu Paketleme    |



Resim 5.7. Yeşil depolama kriterinin ikili karşılaştırmalar matris görünümü

Çizelge 5.8’ de çevre yönetim sistemi kriteri için geometrik ortalama hesaplaması sonuçlarına yer verilmiştir. Oluşturulan karşılaştırma matrisinin Super Decisions ekran görüntüsü Resim 5.8’ de sunulmuştur. Çevre yönetim sistemi alt kriterlerinden en önemli değerlendirme kriteri ” ISO 14001 Çevre Sertifikası” (0,549). İşletme, ISO 14000 sertifikası bulunan tedarikçileri genel olarak tercih etmektedir.

Çizelge 5.8. Çevre yönetim sistemi kriteri için geometrik ortalama

| Kriterler                         | K.V.1 | K.V.2 | K.V.3 | K.V.4 | Geometrik Ortalama | Ortak Görüş | Kriterler                         |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------|-----------------------------------|
| ISO 14001 Çevre Sertifikası       | 7     | 5     | 5     | 8     | 6,116909           | 6           | Sürekli İzleme-Düzenlemelere Uyum |
| ISO 14001 Çevre Sertifikası       | 3     | 7     | 4     | 3     | 3,984283           | 4           | Yeşil Süreç Planı                 |
| ISO 14001 Çevre Sertifikası       | 2     | 5     | 3     | 5     | 3,499636           | 3           | Çevre Politikasına Sahip Olma     |
| Sürekli İzleme-Düzenlemelere Uyum | 1/5   | 1/3   | 1/2   | 1/5   | 0,285744           | 1/3         | Yeşil Süreç Planı                 |
| Sürekli İzleme-Düzenlemelere Uyum | 1/3   | 1/3   | 1/6   | 1/5   | 0,246694           | 1/4         | Çevre Politikasına Sahip Olma     |
| Yeşil Süreç Planı                 | 1/2   | 1/3   | 1/2   | 1     | 0,537285           | 1/2         | Çevre Politikasına Sahip Olma     |

| 1. Choose  | 2. Node comparisons with respect to ÇEVRE YÖNETİM SİSTEM~  | 3. Results  |
|--|--|---|
| Node Cluster<br>Choose Node<br>ÇEVRE YÖNETİM ~<br>Cluster: ANA KRITERLER<br>Choose Cluster<br>ALT KRITERLER<br>Restore | Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct<br>Comparisons wrt "ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ" node in "ALT KRITERLER" cluster<br>ISO 14001 Çevre Sertifikası is strongly to very strongly more important than Sürekli İzleme-Düzenleme<br>1. ISO 14001 Çevre- >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Sürekli İzleme-~<br>2. ISO 14001 Çevre- >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Yeşil Süreç Pla-~<br>3. ISO 14001 Çevre- >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Çevre Politikas-~<br>4. Sürekli İzleme-~ >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Yeşil Süreç Pla-~<br>5. Sürekli İzleme-~ >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Çevre Politikas-~<br>6. Yeşil Süreç Pla-~ >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. Çevre Politikas-~ | Normal Hybrid<br>Inconsistency: 0.03044<br>ISO 14001- 0.54948<br>Sürekli İz- 0.06497<br>Yeşil Süreç- 0.14661<br>Çevre Pol- 0.23894<br>Completed Comparison<br>Copy to clipboard |

Resim 5.8. Çevre yönetim sistemi kriterinin ikili karşılaştırmalar matris görünümü

İkili karşılaştırma karar matrisleri; ana kriterler için bulunan lokal ağırlıklar ile alt kriterler için bulunan lokal ağırlıkların çarpılması sonucu elde edilen global ağırlıklara göre değerlendirilir. Super Decision paket programı kullanılarak elde edilen çözüm sonuçlarına bakıldığında alt faktörlere ilişkin lokal ağırlıklar, global ağırlıklar ve sıralama sonuçları Çizelge 5.9' da sunulmuştur.

Çizelge 5.9. Alt faktörlere ilişkin global ağırlıklar

| KRİTERLER             | LOKAL AĞIRLIK | ALT KRİTERLER                                     | LOKAL AĞIRLIK | GLOBAL AĞIRLIK | RANK |
|-----------------------|---------------|---|---------------|----------------|------|
| YEŞİL TASARIM         | 0,20          | Geri Dönüşümlü Ürün                               | 0,58          | 0,116          | 3    |
|                       |               | Zararlı Malzeme Kullanımı Azaltılmış Ürün         | 0,34          | 0,068          | 5    |
|                       |               | Eko Dizayn için Müşteri ile İşbirliği             | 0,08          | 0,016          | 14   |
| YEŞİL ÜRETİM          | 0,46          | Üretimde Çevre Dostu Malzeme Kullanımı            | 0,22          | 0,1012         | 4    |
|                       |               | Yeşil Üretim Prosesi                              | 0,69          | 0,3174         | 1    |
|                       |               | Üretimde Enerji Tasarrufu                         | 0,09          | 0,0414         | 7    |
| YEŞİL İMAJ            | 0,07          | Çevresel Sorumluluk                               | 0,22          | 0,0154         | 15   |
|                       |               | Çevresel Konularda Şirket Hakkında Toplumun Fikri | 0,23          | 0,0161         | 13   |
|                       |               | Mevcut Müşteriyi Koruma                           | 0,25          | 0,0175         | 11   |
|                       |               | Pazar Payı  | 0,31          | 0,0217         | 9    |
| YEŞİL DEPOLAMA        | 0,05          | Çevre Dostu Paketleme                             | 0,38          | 0,019          | 10   |
|                       |               | Stok Sev. Azaltmak                                | 0,29          | 0,0145         | 16   |
|                       |               | Hurda Malzeme Satışı                              | 0,33          | 0,0165         | 12   |
| ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ | 0,22          | Çevre Politikasına Sahip Olma                     | 0,24          | 0,0521         | 6    |
|                       |               | ISO 14001 Çevre Sertifikası                       | 0,55          | 0,121          | 2    |
|                       |               | Sürekli İzleme-Düzenlemelere Uyum                 | 0,06          | 0,0132         | 17   |
|                       |               | Yeşil Süreç Planı                                 | 0,15          | 0,033          | 8    |

Tutarlılık analizlerinin yapılması : Tüm karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranlarının (CR) uygunluğu göz önünde bulundurulmuştur. İkili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra karşılaştırmaların tutarlılıkları kontrol edilmiş ve tüm karşılaştırmalar için CR değerinin 0,1'in altında kaldığını görülmüştür. Kriter önem dereceleri elde edilirken uzman yargılarının tutarlılık oranları kontrol edilmiştir. Eğer uzman kişilerin tutarlılık oranları 0,1'den büyük çıksaydı yargıların tekrar gözden geçirilmesi gerekli olurdu. Ana kriterler için tutarlılık oranının hesaplanması aşağıda adım adım verilmiştir.

Karşılaştırma matrisinin her bir satırı için sütunlarda yer alan elemanların ağırlıkları toplamı Çizelge 5.10' da görüldüğü üzere hesaplanır.

Çizelge 5.10. Ana kriterler için karşılaştırma matrisi

| KRİTERLER | K1       | K2       | K3   | K4 | K5   |
|-----------|----------|----------|------|----|------|
| K1        | 1        | 0,333333 | 3    | 5  | 1    |
| K2        | 3        | 1        | 5    | 7  | 3    |
| K3        | 0,333333 | 0,2      | 1    | 2  | 0,2  |
| K4        | 0,2      | 0,142857 | 0,5  | 1  | 0,25 |
| K5        | 1        | 0,333333 | 5    | 4  | 1    |
| TOPLAM    | 5,533333 | 2,009524 | 14,5 | 19 | 5,45 |

Çizelge 5.10’ da ki karşılaştırma matrisindeki her bir sütündeki eleman, elde edilen toplam sütun ağırlığına bölünerek normalize matris Çizelge 5.11’ de ki şekilde hesaplanır.

Çizelge 5.11. Ana kriterler için normalize matris

| KRİTERLER | K1       | K2       | K3       | K4       | K5       |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| K1        | 0,180723 | 0,165877 | 0,206897 | 0,263158 | 0,183486 |
| K2        | 0,542169 | 0,49763  | 0,344828 | 0,368421 | 0,550459 |
| K3        | 0,060241 | 0,099526 | 0,068966 | 0,105263 | 0,036697 |
| K4        | 0,036145 | 0,07109  | 0,034483 | 0,052632 | 0,045872 |
| K5        | 0,180723 | 0,165877 | 0,344828 | 0,210526 | 0,183486 |

Çizelge 5.11’ de ki normalize edilmiş matrisin her bir satırının ortalaması alınarak “ Öncelikler Vektörü” Çizelge 5.12’ de olduğu gibi hesaplanır.

Çizelge 5.12. Öncelik vektörü hesabı

| KRİTERLER | K1       | K2       | K3       | K4       | K5       | ORTALAMA    |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| K1        | 0,180723 | 0,165877 | 0,206897 | 0,263158 | 0,183486 | 0,200028071 |
| K2        | 0,542169 | 0,49763  | 0,344828 | 0,368421 | 0,550459 | 0,460701272 |
| K3        | 0,060241 | 0,099526 | 0,068966 | 0,105263 | 0,036697 | 0,074138591 |
| K4        | 0,036145 | 0,07109  | 0,034483 | 0,052632 | 0,045872 | 0,048044105 |
| K5        | 0,180723 | 0,165877 | 0,344828 | 0,210526 | 0,183486 | 0,217087962 |

Eş 5.1’ de görüldüğü üzere; öncelik vektörü hesaplandıktan sonra elde edilen Çizelge 5.12’ de ki vektör, başlangıçtaki Çizelge 5.10’ da ki karşılaştırma matrisi ile çarpılarak “ Tüm Öncelikler Matrisi” oluşturulur .

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,333333 & 3 & 5 & 1 \\ 3 & 1 & 5 & 7 & 3 \\ 0,333333 & 0,2 & 1 & 2 & 0,2 \\ 0,2 & 0,142857 & 0,5 & 1 & 0,25 \\ 1 & 0,333333 & 5 & 4 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,200028071 \\ 0,460701272 \\ 0,074138591 \\ 0,048044105 \\ 0,217087962 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1,033319 \\ 2,419051 \\ 0,372461 \\ 0,245205 \\ 1,133552 \end{pmatrix} \quad (5.1)$$

Elde edilen matris elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünür ve beş değer in ortalaması 5,15 olarak bulunur. Yani  $\lambda_{\max} = 5,15$  dir.  $CI = 0,038$ ,  $CR = CI/RI$  eşitliğinden  $CR = 0,034$  olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yukarda örneğini verdiğimiz ana kriterler için yapılan bütün bu işlemler Super Decision paket programı kullanılarak tutarlılık oranı otomatik olarak hesaplanabilmektedir. Ana kriterler için tutarlılık oranının paket program ekran görüntüsü Ek-1' de verilmiştir. Diğer tüm alt kriterler içinde tutarlık oranları paket programda hesaplanmıştır. Ek-2' de ki yeşil tasarım kriterleri için tutarlılık oranı 0,02795 olarak hesaplanmıştır. Yeşil üretim kriterleri için tutarlılık oranı ekran görüntüsü Ek-3' de sunulmuştur ve tutarlılık oranı 0,05156 dır. Yeşil imaj kriterleri için tutarlılık oranı 0,0687 dir ve Ek-4' de sunulmuştur. Ek-5' de yer alan yeşil depolama kriterleri için tutarlılık oranına baktığımızda 0,1' in altında kalmıştır ve 0,06376 olarak hesaplanmıştır. Son olarak çevre yönetim sistemi kriterleri için tutarlılık oranı 0,03044 olarak Ek-6' da gösterilmiştir. Ve tüm ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranın 0,1' in altında kaldığı görülmüştür.

### 5.2.2. VIKOR yöntemi ile tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi

Mevcut karar problemi için belirlenen kriterlerin AHP yöntemi ile ağırlığının bulunmasından sonra, yeşil çerçevede çalışılması düşünülen 20 bakır tedarikçisinin VIKOR yöntemi ile sıralanması işlemi gerçekleştirilmiştir. VIKOR yöntemi adımları şu şekilde özetlenebilir:

1. Adım: Firma sektörde faaliyet gösteren çalışabileceği yirmi yeşil bakır tedarikçisini belirlemiştir. Söz konusu tedarikçi firmalar her bir seçim kriteri açısından puanlandırılmıştır. Bu aşamada karar verici grup tedarikçilere kriterler sayısal değerler içermediği için Çizelge 5.13’ de ki ölçek yardımıyla puanlar vermiştir (Tayyar, Arslan 2013).

Çizelge 5.13. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçek

| Dilsel İfade | Sayı Değeri |
|--------------|-------------|
| Çok Kötü     | 2           |
| Kötü         | 4           |
| Orta         | 6           |
| İyi          | 8           |
| Çok iyi      | 10          |

Elde edilen veriler çerçevesinde karar matrisi oluşturulmuştur. Alternatiflerin her bir alt kriterler için aldığı değerler verilmiştir. Kriterlerin hepsinin faydayı temsil ettiği göz önünde bulundurularak alternatiflerin aldığı en iyi ( $f^*$ ) ve en kötü ( $f^-$ ) değerleri sırasıyla Eş. 5.2’ de ve Eş. 5.3’ de sunulmuştur.

$$f^* = \max x_{ij} \quad (5.2)$$

$$f^- = \min x_{ij} \quad (5.3)$$

Bunun için Excel’de fayda özelliği taşıyan kriterler için eşitlikler kullanılarak hesaplanan en iyi ve en kötü değerler Çizelge 5.14’ de yer almaktadır.

Çizelge 5.14. Alternatiflerin aldığı değerler ( $f_{ij}$ ) ile en iyi ( $f_j^*$ ), en kötü ( $f_j^-$ ) değerler

| Ağırlık | 12% | 7%  | 2%  | 10% | 32% | 4%  | 2%  | 2%  | 2%  | 2%  | 2%  | 1%  | 2%  | 5%  | 12% | 1%  | 3%  |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x       | K11 | K12 | K13 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K34 | K41 | K42 | K43 | K51 | K52 | K53 | K54 |
|         | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max | max |
| T1      | 6   | 6   | 8   | 4   | 6   | 6   | 10  | 8   | 6   | 8   | 10  | 6   | 6   | 8   | 8   | 6   | 10  |
| T2      | 8   | 6   | 4   | 6   | 8   | 6   | 6   | 6   | 6   | 8   | 10  | 6   | 2   | 8   | 6   | 8   | 8   |
| T3      | 6   | 6   | 8   | 6   | 6   | 8   | 6   | 6   | 8   | 8   | 10  | 8   | 2   | 8   | 8   | 4   | 8   |
| T4      | 10  | 8   | 4   | 8   | 8   | 6   | 2   | 8   | 10  | 8   | 8   | 8   | 10  | 6   | 8   | 8   | 6   |
| T5      | 8   | 8   | 10  | 6   | 6   | 8   | 8   | 10  | 8   | 10  | 8   | 4   | 8   | 6   | 8   | 8   | 6   |
| T6      | 6   | 6   | 8   | 8   | 6   | 8   | 10  | 10  | 6   | 8   | 6   | 8   | 4   | 10  | 6   | 8   | 6   |
| T7      | 8   | 8   | 10  | 6   | 6   | 4   | 8   | 8   | 6   | 8   | 6   | 8   | 8   | 10  | 8   | 6   | 8   |
| T8      | 10  | 6   | 8   | 6   | 10  | 10  | 8   | 10  | 8   | 10  | 8   | 8   | 10  | 10  | 8   | 10  | 10  |
| T9      | 6   | 6   | 10  | 8   | 8   | 6   | 6   | 6   | 4   | 8   | 10  | 4   | 6   | 8   | 8   | 10  | 10  |
| T10     | 10  | 8   | 8   | 6   | 8   | 6   | 6   | 8   | 6   | 8   | 4   | 10  | 8   | 8   | 8   | 10  | 10  |
| T11     | 10  | 8   | 6   | 6   | 6   | 4   | 8   | 8   | 8   | 8   | 6   | 2   | 8   | 8   | 6   | 6   | 10  |
| T12     | 8   | 8   | 6   | 4   | 8   | 6   | 4   | 4   | 2   | 8   | 8   | 10  | 6   | 6   | 8   | 4   | 8   |
| T13     | 8   | 6   | 6   | 6   | 8   | 4   | 8   | 6   | 2   | 8   | 8   | 10  | 6   | 6   | 8   | 4   | 8   |
| T14     | 8   | 8   | 8   | 8   | 6   | 6   | 8   | 4   | 6   | 8   | 4   | 6   | 6   | 6   | 8   | 6   | 6   |
| T15     | 6   | 8   | 4   | 6   | 8   | 4   | 6   | 2   | 4   | 8   | 8   | 2   | 6   | 8   | 6   | 4   | 8   |
| T16     | 8   | 6   | 4   | 8   | 6   | 8   | 6   | 10  | 8   | 8   | 6   | 4   | 10  | 8   | 8   | 6   | 8   |
| T17     | 6   | 8   | 4   | 4   | 8   | 4   | 6   | 4   | 4   | 8   | 6   | 4   | 6   | 4   | 8   | 4   | 4   |
| T18     | 8   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6   | 4   | 8   | 2   | 8   | 6   | 6   | 8   | 6   | 8   | 8   | 4   |
| T19     | 8   | 6   | 8   | 6   | 6   | 8   | 6   | 8   | 8   | 8   | 4   | 6   | 10  | 4   | 6   | 4   | 4   |
| T20     | 6   | 8   | 8   | 4   | 8   | 8   | 4   | 4   | 8   | 8   | 4   | 2   | 6   | 2   | 8   | 6   | 4   |
| $f_j^*$ | 10  | 8   | 10  | 8   | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 8   | 10  | 10  |
| $f_j^-$ | 6   | 6   | 4   | 4   | 6   | 4   | 2   | 2   | 2   | 8   | 4   | 2   | 2   | 2   | 6   | 4   | 4   |

2. Adım: Çizelge 5.14' de ki karar matrisini oluşturan değerleri birimlerden arındırmak ve karşılaştırılabilir seviyeye getirmek için lineer normalizasyon uygulanır alternatif ve n kriterden oluşan karar problemimize ait karar matrisi, normalizasyon işlemi sonunda  $m \times n$  boyutlarında R normalizasyon matrisine dönüştürülür matrisinin elemanları Eş. 5.4' de ki şekilde hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (5.4)$$

Hesaplamalar sonucu elde edilen R normalize karar matrisi Çizelge 5.15' de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Normalizasyon matrisi

| Ağırlıklar | 0,12 | 0,07 | 0,02 | 0,10 | 0,32 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,12 | 0,01 | 0,03 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| R          | K11  | K12  | K13  | K21  | K22  | K23  | K31  | K32  | K33  | K34  | K41  | K42  | K43  | K51  | K52  | K53  | K54  |
|            | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  |
| T1         | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 0,50 | 0,25 | 0,00 | 0,67 | 0,00 |
| T2         | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 0,67 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 0,25 | 1,00 | 0,33 | 0,33 |
| T3         | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 0,25 | 1,00 | 0,00 | 0,25 | 1,00 | 0,25 | 0,00 | 1,00 | 0,33 |
| T4         | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,50 | 0,67 | 1,00 | 0,25 | 0,00 | 1,00 | 0,33 | 0,25 | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 0,67 |
| T5         | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 0,33 | 0,25 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,75 | 0,25 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 0,67 |
| T6         | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 0,00 | 1,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 0,67 | 0,25 | 0,75 | 0,00 | 1,00 | 0,33 | 0,67 |
| T7         | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 0,67 | 0,25 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,33 |
| T8         | 0,00 | 1,00 | 0,33 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,33 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T9         | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,67 | 0,50 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 0,00 | 0,75 | 0,50 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T10        | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 0,67 | 0,50 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,25 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T11        | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 0,67 | 1,00 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 0,67 | 0,00 |
| T12        | 0,50 | 0,00 | 0,67 | 1,00 | 0,50 | 0,67 | 0,75 | 0,75 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 0,00 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 1,00 | 0,33 |
| T13        | 0,50 | 1,00 | 0,67 | 0,50 | 0,50 | 1,00 | 0,25 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,33 | 0,00 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 1,00 | 0,33 |
| T14        | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 1,00 | 0,67 | 0,25 | 0,75 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,67 | 0,67 |
| T15        | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 0,75 | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 0,50 | 0,25 | 1,00 | 1,00 | 0,33 |
| T16        | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,33 | 0,50 | 0,00 | 0,25 | 1,00 | 0,67 | 0,75 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,67 | 0,33 |
| T17        | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 0,50 | 0,75 | 0,75 | 1,00 | 0,67 | 0,75 | 0,50 | 0,75 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| T18        | 0,50 | 1,00 | 0,67 | 0,50 | 1,00 | 0,67 | 0,75 | 0,25 | 1,00 | 1,00 | 0,67 | 0,50 | 0,25 | 0,50 | 0,00 | 0,33 | 1,00 |
| T19        | 0,50 | 1,00 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 0,33 | 0,50 | 0,25 | 0,25 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,00 | 0,75 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| T20        | 1,00 | 0,00 | 0,33 | 1,00 | 0,50 | 0,33 | 0,75 | 0,75 | 0,25 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 0,00 | 0,67 | 1,00 |

3. Adım: Çizelge 5.15' de ki normalize karar matrisinde; sütunlarda gösterilen kriterlerin her birinin ağırlıkları ile çarpılması sonucunda Çizelge 5.16' da ki V ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elemanları  $V_{ij}$  Eş. 5.5' de gösterilen şekilde hesaplanır.

$$V_{ij} = r_{ij} \cdot w \quad (5.5)$$

Çizelge 5.16. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

| Ağırlıklar | 0,12 | 0,07 | 0,02 | 0,10 | 0,32 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,12 | 0,01 | 0,03 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V          | K11  | K12  | K13  | K21  | K22  | K23  | K31  | K32  | K33  | K34  | K41  | K42  | K43  | K51  | K52  | K53  | K54  |
|            | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  | max  |
| T1         | 0,12 | 0,07 | 0,01 | 0,10 | 0,32 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| T2         | 0,06 | 0,07 | 0,02 | 0,05 | 0,16 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,12 | 0,00 | 0,01 |
| T3         | 0,12 | 0,07 | 0,01 | 0,05 | 0,32 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| T4         | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,16 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,02 |
| T5         | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,32 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,02 |
| T6         | 0,12 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,32 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,02 |
| T7         | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,32 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| T8         | 0,00 | 0,07 | 0,01 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T9         | 0,12 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T10        | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 0,16 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T11        | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 0,32 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,12 | 0,01 | 0,00 |
| T12        | 0,06 | 0,00 | 0,01 | 0,10 | 0,16 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| T13        | 0,06 | 0,07 | 0,01 | 0,05 | 0,16 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| T14        | 0,06 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,32 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| T15        | 0,12 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,16 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| T16        | 0,06 | 0,07 | 0,02 | 0,00 | 0,32 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| T17        | 0,12 | 0,00 | 0,02 | 0,10 | 0,16 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,03 |
| T18        | 0,06 | 0,07 | 0,01 | 0,05 | 0,32 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| T19        | 0,06 | 0,07 | 0,01 | 0,05 | 0,32 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 0,12 | 0,01 | 0,03 |
| T20        | 0,12 | 0,00 | 0,01 | 0,10 | 0,16 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,03 |

4. Adım: Çizelge 5.16' da ki ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinde  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  değerleri  $j=1,2,\dots,J$  için hesaplanır.  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri, Eş. 5.6' da ki,  $i$ . alternatif için ortalama ve Eş. 5.7' de ki en kötü grup skorlarını gösterir.  $Q_i$  değerine ait hesaplamalar Eş. 5.8' de sunulmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucu Çizelge 5.17' de gösterilmektedir. Hesaplamalar Excel kullanılarak yapılmıştır. Burada  $w_j$  görelî önemleri gösteren kriter ağırlıklarını ifade etmektedir. Ağırlıklar toplamı 1'e eşit olacaktır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j(f_j^* - x_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \quad (5.6)$$

$$R_i = \max \left[ \frac{w_j(f_j^* - x_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right] \quad (5.7)$$

$$Q_i = v (S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v) (R_i - R^*) / (R^- - R^*) \quad (5.8)$$

Yukarıdaki denklemde,  $S^* = \min S_i$ ;  $S^- = \max S_i$ ;  $R^* = \min R_i$ ;  $R^- = \max R_i$  değerlerini ifade etmektedir.  $v$  değeri, maksimum grup faydasını sağlayan strateji için

ağırlığı ifade ederken,  $(I - \nu)$  değeri karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir ( Opricovic vd., 2007).

Çizelge 5.17. Alternatiflere ilişkin S, R, Q değerleri

|     | $S_i$     | $R_i$  | 0         | 0,25      | 0,5       | 0,75      | 1         |
|-----|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     |           |        | $Q_i$     | $Q_i$     | $Q_i$     | $Q_i$     | $Q_i$     |
| T1  | 0,7073333 | 0,3174 | 1         | 0,9703259 | 0,9406518 | 0,9109776 | 0,8813035 |
| T2  | 0,598275  | 0,1587 | 0,3636728 | 0,4505687 | 0,5374646 | 0,6243605 | 0,7112564 |
| T3  | 0,6703083 | 0,3174 | 1         | 0,9558932 | 0,9117865 | 0,8676797 | 0,823573  |
| T4  | 0,3058333 | 0,1587 | 0,3636728 | 0,3365726 | 0,3094725 | 0,2823723 | 0,2552722 |
| T5  | 0,5218083 | 0,3174 | 1         | 0,8980068 | 0,7960136 | 0,6940203 | 0,5920271 |
| T6  | 0,72705   | 0,3174 | 1         | 0,9780116 | 0,9560232 | 0,9340348 | 0,9120464 |
| T7  | 0,5459417 | 0,3174 | 1         | 0,9074141 | 0,8148283 | 0,7222424 | 0,6296566 |
| T8  | 0,1421167 | 0,068  | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| T9  | 0,453025  | 0,1587 | 0,3636728 | 0,3939491 | 0,4242254 | 0,4545017 | 0,484778  |
| T10 | 0,3205583 | 0,1587 | 0,3636728 | 0,3423126 | 0,3209523 | 0,2995921 | 0,2782318 |
| T11 | 0,6281333 | 0,3174 | 1         | 0,9394531 | 0,8789062 | 0,8183593 | 0,7578124 |
| T12 | 0,483825  | 0,1587 | 0,3636728 | 0,4059552 | 0,4482376 | 0,49052   | 0,5328023 |
| T13 | 0,5033    | 0,1587 | 0,3636728 | 0,4135467 | 0,4634206 | 0,5132945 | 0,5631684 |
| T14 | 0,5460583 | 0,3174 | 1         | 0,9074596 | 0,8149192 | 0,7223789 | 0,6298385 |
| T15 | 0,6286333 | 0,1587 | 0,3636728 | 0,4624026 | 0,5611324 | 0,6598622 | 0,758592  |
| T16 | 0,5633417 | 0,3174 | 1         | 0,9141968 | 0,8283936 | 0,7425904 | 0,6567872 |
| T17 | 0,6049667 | 0,1587 | 0,3636728 | 0,4531772 | 0,5426815 | 0,6321859 | 0,7216902 |
| T18 | 0,6745333 | 0,3174 | 1         | 0,9575402 | 0,9150804 | 0,8726205 | 0,8301607 |
| T19 | 0,7834583 | 0,3174 | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| T20 | 0,5803833 | 0,1587 | 0,3636728 | 0,4435944 | 0,523516  | 0,6034375 | 0,6833591 |

“ $\nu$ ” değeri kriterlerin çoğunluğunun ağırlığını (maksimum grup faydasını) göstermektedir. Başka bir deyişle “ $\nu$ ” değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken,  $(I - \nu)$  karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma, “çoğunluk oyu” ( $\nu > 0,5$ ) ile, “konsensus” ( $\nu = 0,5$ ) ile veya “veto” ( $\nu < 0,5$ ) ile sağlanabilir.

5. Adım:  $S$ ,  $R$  ve  $Q$  değerleri Çizelge 5.18’ de sunulmuştur. Bulunan değerler küçükten büyüğe doğru Çizelge 5.19’ da ki şekilde sıralanarak alternatifler arasındaki sıralama belirlenmiştir.  $Q(\nu: 0,5)$  değerlerine göre sıralanan alternatiflerden, minimum  $Q$  değerine alternatif seçilir. T8 alternatifi en uygun yeşil tedarikçi seçimi çözümü olarak karşımıza çıkmıştır.

Çizelge 5.18. Sıralama sonuçları

| SIRALAMA | $S_i$ | $R_i$ | $Q_i$ |
|----------|-------|-------|-------|
|          |       |       | v:0,5 |
| T1       | 18    | 3     | 18    |
| T2       | 12    | 2     | 8     |
| T3       | 16    | 3     | 16    |
| T4       | 2     | 2     | 2     |
| T5       | 7     | 3     | 11    |
| T6       | 19    | 3     | 19    |
| T7       | 8     | 3     | 12    |
| T8       | 1     | 1     | 1     |
| T9       | 4     | 2     | 4     |
| T10      | 3     | 2     | 3     |
| T11      | 14    | 3     | 15    |
| T12      | 5     | 2     | 5     |
| T13      | 6     | 2     | 6     |
| T14      | 9     | 3     | 13    |
| T15      | 15    | 2     | 10    |
| T16      | 10    | 3     | 14    |
| T17      | 13    | 2     | 9     |
| T18      | 17    | 3     | 17    |
| T19      | 20    | 3     | 20    |
| T20      | 11    | 2     | 7     |

Çizelge 5.19. Tedarikçilerin  $S$ ,  $R$  ve  $Q$  değerlerinin sıralanması

| SIRALAMA | $S_i$ | SIRALAMA | $R_i$ | SIRALAMA | $Q_i$ |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|          |       |          |       |          | v:0,5 |
| T8       | 1     | T8       | 1     | T8       | 1     |
| T4       | 2     | T2       | 2     | T4       | 2     |
| T10      | 3     | T4       | 2     | T10      | 3     |
| T9       | 4     | T9       | 2     | T9       | 4     |
| T12      | 5     | T10      | 2     | T12      | 5     |
| T13      | 6     | T12      | 2     | T13      | 6     |
| T5       | 7     | T13      | 2     | T20      | 7     |
| T7       | 8     | T15      | 2     | T2       | 8     |
| T14      | 9     | T17      | 2     | T17      | 9     |
| T16      | 10    | T20      | 2     | T15      | 10    |
| T20      | 11    | T1       | 3     | T5       | 11    |
| T2       | 12    | T3       | 3     | T7       | 12    |
| T17      | 13    | T5       | 3     | T14      | 13    |
| T11      | 14    | T6       | 3     | T16      | 14    |
| T15      | 15    | T7       | 3     | T11      | 15    |
| T3       | 16    | T11      | 3     | T3       | 16    |
| T18      | 17    | T14      | 3     | T18      | 17    |
| T1       | 18    | T16      | 3     | T1       | 18    |
| T6       | 19    | T18      | 3     | T6       | 19    |
| T19      | 20    | T19      | 3     | T19      | 20    |

6. Adım: Sıralamanın doğruluğunu sınamak üzere minimum  $Q$  değerine sahip alternatifinin avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir.

*C1 Kabul edilebilir avantaj:* En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunu ifade eden koşuldur. Eş. 5.9’ da gösterilen şekilde hesaplama yapılır.

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (5.9)$$

kullanılarak yapılan hesaplamada  $0,309472 \geq 0,052632$  olduğundan avantaj koşulunu sağlanmaktadır. Eş. 5.10’ da ki “ $DQ$ ” değeri alternatif sayısı 20 tane olduğu için 0,052632 alınmıştır.

$$DQ = 1/(J-1) \quad (5.10)$$

“ $J$ ” alternatif sayısını gösterir.

*C2 Kabul edilebilir istikrar koşulu:*  $Q_i$  değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandığında ilk sırada yer alan alternatif  $a'$  alternatifi,  $S$  ve/veya  $R$  değerlerine göre küçükten büyüğe göre yapılan sıralamada da minimum değere sahip en iyi alternatiftir.

$Q$  değerlerine göre yapılan sıralamada T8 alternatifi en iyi değeri (minimum) almıştır. T8 alternatifi  $S$  ve  $R$  değerlerinde de en iyi alternatif olduğu için T8 alternatifinin seçimi istikrar koşulunu sağlamaktadır. Bu durumda uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Yeşil tedarikçi seçimi karar problemi için yapılan VIKOR analizi sonucunda  $v = 0,5$  için kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarını aynı anda sağladığı için T8 tedarikçisi en iyi alternatif, en kötü (idealden en uzak ) alternatif olarak T19 belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar için karar verici grubun görüşlerini yansıtan ve ideal derecesinin karar vericilere bağlı olduğu durumda belirlenen sonuçlar olduğu söylenebilir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmeler bir yandan hızla gelişen bilim, teknoloji, sanayiye ayak uydururken diğer yandan çevreye büyük zararlar vermektedir. Küreselleşen dünya ve kıt kaynak durumundaki çevrenin korunması işletmeler için amaç ve hedef durumuna gelmiştir. Gittikçe artan tüketimle beraber artan çevre sorunları işletmeler için büyük rekabet unsuru olmuştur. Tüketicilerin kullandıkları ürünlerin çevreye olan etkileri hakkında bilgileri arttığı için satın alma kararlarında çevre bir ölçüt olarak yer almaya başlamıştır. İşletmeler; hem rekabet unsuru olması hem de yasal yükümlülükler nedeniyle çevreye duyarlı bir anlayışı benimsemişlerdir. Üreticiler, kaynaklarını daha verimli kullanmak ve çevreyi daha az kirletecek hammadde ve proses alternatifleri bulmak üzere arayışa girmişlerdir.

Üreticiler ürünün tüm yaşam döngüsünü ele alır. Bu döngü; hammadde alımından üretim satış süreçlerinin tamamını içerir. Bu süreçlerin ilk basamağı olan üretim için gerekli hammadde alınması ürün yaşam döngüsünün en önemli adımlarından birisidir. Çevresel etkilerin azaltılması konusunda ki hassasiyet satın alma tercihlerinde etkili olmaya başlayınca doğru tedarikçilerle ilişkilerin kurulması her zamankinden daha önemli hale gelmiştir. Bu doğrultuda üreticiler tedarikçi seçiminde birçok kriteri göz önüne almak zorunda kalmıştır. Bu kriterler üreticilerin çalışma alanlarına, ürettikleri ürünün özelliklerine, üretim koşullarına, üretim yaptıkları lokasyonda ki yasal düzenlemelere, satış yaptıkları lokasyonlarda ki yasal düzenlemelere, marka imajlarına ve daha birçok farklı parametreye bağlı olarak değişebilmektedir. Çok kriterli karar verme problemlerinden biri olan tedarikçi seçimi problemleri, tedarik zinciri yönetimi içerisinde sıklıkla rastlanan problemlerdir. Bu problemlerin çözülmesinde; uygun kriterlerin belirlenmesi, etkileşimlerin net olarak ifade edilmesi, karşılaştırmaların tutarlı şekilde yapılması oldukça önemlidir. İşletmeler için doğru tercihlerin belirlenebilmesi adına, tedarikçi seçiminde bilimsel metotların kullanılması gereklidir. Aksi takdirde belirlenmiş amaçlar için uygun olmayan özelliklerde tedarikçiler seçilebilir.

Geleneksel tedarikçi seçimi sürecinde ilk adım ihtiyacın ve bu ihtiyaca göre çalışma kriterlerinin belirlenmesidir. Bu kriterlere uyan tedarikçiler eşit koşullarda yapılan değerlendirme sonucunda uygun tedarikçi seçilir. Uygun tedarikçinin seçilmesinde dikkate alınan başlıca kriterler; birim fiyat, hız, kalite, dürüst iletişim, esneklik, ani taleplere cevap

verme hızı, finansal durum, referanslar, tedarikçinin büyüklüğü ve üretici ile tedarikçi arasındaki kültür uyumu şeklinde sıralanabilir. Yeşil tedarikçi seçimi için gerekli şartlar ise yukarıda sayılan kriterlerin yanında bir takım çevresel şartları da içermektedir.

Çalışmada yeşil tedarikçi seçimi probleminde firma için alternatif olan yirmi tedarikçi firma arasından firmaya en iyi faydayı sağlayacak yeşil tedarikçi seçimi yapılmıştır. Bunun için çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. AHP yönteminin çözümünde gerekli hesaplamalar ve sonuçların analizi için Super Decision paket programından faydalanılmıştır. VIKOR yönteminin adımları için Microsoft Excel 2007 hesaplamalarından yararlanılmıştır. Bu çalışmada öncelikle yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak ana kriterler (Yeşil tasarım, yeşil üretim, yeşil imaj, yeşil depolama ve çevre yönetim sistemi) ve alt kriterler konu ile ilgili literatür araştırması sonucunda elde edilen birçok kriter arasından firmadaki karar verici grubun görüşleri de alınarak problem yapısına uygun olanlarının seçilmesi ile belirlenmiştir. Kriterler için ikili karşılaştırmalar yapılırken grup kararı esas alınmıştır. İkili karşılaştırma puanları Super Decision programı yardımıyla AHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. İşletmenin tedarikçi seçiminde kullandığı kriterlerin her biri için ağırlıklar hesaplanmıştır. İşletmede yapılan analize göre ele alınan yeşil tedarikçi seçim kriterleri arasında en önemli kriterin “Yeşil Üretim Prosesi” olduğu ortaya çıkmıştır. Yeşil Üretim Prosesini, “ISO 14001 Çevre Sertifikası”, “Geri Dönüşümlü Ürün”, “Üretimde Çevre Dostu Malzeme Kullanımı”, “Zararlı Malzeme Kullanımı Azaltılmış Ürün” kriterleri izlemiştir. AHP yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları VIKOR yöntemindeki hesaplamalara dahil edilmiştir. VIKOR yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda yirmi bakır tedarikçisi firma arasından T8 alternatifi en iyi yeşil tedarikçi olmak üzere tüm tedarikçilerin sıralanması yapılmıştır. Bakır tedarikçilerden çevreye en çok duyarlı olan ve sosyal sorumluluk anlayışı içinde faaliyetlerini yürüten işletmelerin tercih edilmesi rekabet gücünü artırmanın yanı sıra stratejik avantaj da sağlar. Ayrıca; daha az doğal kaynak tüketilmesi ve küresel iklim değişikliğine yol açan zararlı gazlardan daha az ortaya çıkması çevresel anlamda olumlu bir etki yarattığı söylenebilir.

Yeşil süreçlerin en önemli faydalarından birisi kaynak kullanımını azaltmasıdır. Yani; kullanılacak olan malzemenin ve üretim süresinde kullanılacak olan enerji, su, doğalgaz gibi girdilerin azaltılmasıdır. Böylelikle sürecin çevreye olan etkisi azalacak olup

maliyetlerde de iyileşme gözlenir. İkinci büyük fayda ise atıkların azaltılmasıdır. Atıklar kaynağında azaltılarak çevreye olan etkisi minimize edilmiş olmaktadır.

Sonuç olarak; işletmelerin ilk adımda hammadde kaynaklarını çevreye daha az zararlı olacak şekilde seçmesi ve çevreye duyarlı olan tedarikçilerle işbirliği yapması gerekmektedir, bunun için ürün ve üretim altyapısının önemi büyüktür. İkinci olarak üretim tesislerindeki süreçlerin yeşil üretimi desteklemesi, enerji tüketimini ve atık oranının azaltılması amaçlanmalıdır. Ve son olarak üretilen ürünlerin ömürlerini doldurduğunda tekrar geri kazanılması için sistematik altyapının kurulması çevreye verilen zararı bir nebze de olsa hafifletecektir. Tüm bunları sağlarken de hem karlı kalabilmek hem de müşteriye olan hizmetin belirli değerlerin üzerinde tutunmasını sağlayabilmek kurumların önünde en büyük meydan okumalardan biri olarak karşımıza çıkacaktır. Kurumların başarısının ölçülmesinde artık yeni bir anahtar performans göstergesi vardır; yeşile saygı veya sürdürülebilirlik. Ve hatta ülkeler dahi gelecekte bunun üzerinden yaptırımlara maruz kalabilirler. Bu nedenle şimdiden ‘yeşil’ kavramına duyarlılığın olması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Gelecekteki araştırmalar için yeşil tedarikçi seçiminde diğer çok kriterli yöntemler uygulanabilir. Elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir. Aynı zamanda tüm bakır üreticileri ele alınarak çevresel zararlarıyla ilgili bir rapor oluşturulup, bakır üreticilerin karbon ayak izi ele alınarak gerekli hesaplamalar yapılabilir. Çevreye duyarlı olan üreticiler sıralanabilir.



## KAYNAKLAR

- Akman, G. (2014). Evaluating suppliers to include green supplier development programs via Fuzzy C-Means and VIKOR methods. *Computers & Industrial Engineering*, 86, 69–82.
- Aksoy, H. M. (2014). *Elektrik Elektronik Sektöründe Yeşil Tedarik Zinciri ile Atık Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 9-20.
- Akyüz, G. (2012). Bulanık VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1), 197-215.
- Andiç, E., Yurt, Ö., Baltacıoğlu, T. (2012). Green supply chains: Efforts and potential applications for the Turkish market. *Resources, Conservation and Recycling*, 58, 50–68.
- Arimura, T. H., Darnall, N. and Katayama, H. (2011). Is ISO14001 a gateway to more advanced voluntary action? The case of green supply chain management. *Journal of Environmental Economics and Management*, 61, 170-182.
- Asma, M., Bahurmoz, A. (2006). The Analytic Hierarchy Process: A methodology for win-win management. *Journal of King Abdulaziz University: Economics & Administration*, 20(1), 3-16.
- Aydın, Ö., Öznehir, S., Akçalı, E. (2009). Ankara için optimal hastane yeri seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 69-86.
- Aydın, S. Z. (2005). *Tedarik zinciri yönetiminde stratejik ittifak olarak üçüncü parti lojistik*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Ayyıldız, H., Genç, K. Y. (2008). Çevreye duyarlı pazarlama: Üniversite öğrencilerinin çevreye duyarlı pazarlama uygulamaları ile ilgili tutum ve davranışları üzerine bir araştırma. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 505-527.
- Awasthi, A., Kannan G. (2016). Green supplier development program selection using NGT and VIKOR under fuzzy environment. *Computers & Industrial Engineering*, 91, 100–108.
- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I.E., Omid, M. (2017). Supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. *Computers & Operations Research*, 85, 140-150.
- Beamon, B. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management*, 4(12), 332-342.
- Beldek, T. (2015). *İnşaat Atıkları için Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: Türkiye Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 50-67.

- Büyüközkan, G., Çifçi, G. (2011). A novel hybrid MCDM approach based on Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP and Fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000–3011.
- Büyüksaatçi, S. (2009). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 38-78.
- Boons, F. (2002). Greening products: A framework for product Chain management. *Journal of Cleaner Production*, 10(5), 495–505.
- Bowen, F. E., Cousins, P. D., Lamming, R. C., Faruk, A. C. (2001). The role of supply management capabilities in green supply. *Production and Operations Management*, 2(10), 174.
- Carter, C. R. and Carter, J. R. (1998). Interorganizational determinants of environmental purchasing: Initial evidence from the consumer products industries. *Decision Sciences*, 29(3), 659-684.
- Chan, F. T. S., Qi, H. J., Chan, H. K. (2003). A conceptual model of performance measurement for supply chains. *Management Decision*, 41(7), 635-642.
- Chen, L. Y., Wang T. (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing process: The strategic decision of Fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120, 233-242.
- Çınar, Y. (2004). *Çok Nitelikli Karar Verme ve Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi Örneği*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Ankara.
- Chiou, C. Y. , Hsu, C. W., Hwang, W. Y. (2008). Comparative investigation on green supplier selection of the American, Japanese and Taiwanese electronics industry in China. *International Conference on IE&EM, IEEE*, 1909–1914.
- Dağdeviren, M., Eren, T. (2001). Tedarikçi firma seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(2), 41-52.
- Dağdeviren, M., Eraslan ,E. (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69-75.
- Dağdeviren, M., Dönmez, N., Kurt, M. (2006). Bir işletmede tedarikçi değerlendirme süreci için yeni bir model tasarımı ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2), 247-255.
- Dinçer, H., (2011). Analitik Hiyerarşi Süreci ve VIKOR tekniği ile dinamik performans analizi: Bankacılık sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 109-127.

- Dube A., Gawande, Dr. R. R. (2011). Green supply chain management – A literature review. *International Journal of Computer Applications*, 0975 – 8887.
- Eltayeb, T. K., Zailani, S., Ramayah, T. (2010). Green supply chain initiatives among certified companies in Malaysia and environmental sustainability: Investigating the outcomes. *Resources, Conservation, Recycling*, 55(5), 496-506.
- Ener, N. (1997). Doğal kaynak kullanımında alternatif yöntemler, yeni yaklaşımlar. *Marmara Üniversitesi, Türkiye Ekonomisi Araştırma Merkezi ve Friedrich Naumann Vakfı*, Ankara, 1(3), 35-44.
- Ersöz, F., Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N. (2009). Banka şube performanslarının VIKOR yöntemi ile değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 20(1), 19-28.
- Fiksel, J. (1996). *Design for environment: Creating ecoefficient products and processes*. New York: McGraw-Hill, 98.
- Forman, E. H., Peniwati, K. (1998). Aggregating individual judgments and priorities with the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 108, 15-169.
- Fortes, J. (2009). Green supply chain management: A literature review. *Otago Management Graduate Review*, 7, 51-62.
- Galankashi, M. R., Chegeni, A., Soleimanyanadegany, A., Memari, A., Anjomshoae, A., Helmi, S. A., Dargi, A. (2015). Prioritizing green supplier selection criteria using fuzzy Analytical Network Process. *Procedia CIRP*, 26, 689–694.
- Ghodsypour, S. H., Brien, C. O. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming. *International Journal of Production Economics*, 56, 199-212.
- Giriner, N., Çevdar, Z. (2007). En uygun fiyatlandırma stratejisinin grup karar vermeli Analitik Hiyerarşi Süreci ile değerlendirilmesi: Türkiye otomotiv sektörü için bir uygulama. *22.Yıl Ağustos 2007 İktisat İşletme ve Finans İnceleme-Araştırma Dergisi*, 101-127.
- Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., Murugesan, P. (2014). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66-83.
- Göktürk, İ. F., Eryılmaz, A. Y., Yörür, B., Yuluğkural, Y. (2011). Bir işletmenin tedarikçi değerlendirme ve seçim probleminin çözümünde AAS ve VIKOR yöntemlerinin kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25, 61-74.
- Görener, A. (2011). Bütünleşik ANP-VIKOR yaklaşımı ile ERP yazılımı seçimi. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 97-110.

- Guide Jr. V. R., Jayaraman, V. and Linton, J. D. (2003). Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. *Journal of Operations Management*, 21, 259-279.
- Gungor, A. and Gupta, S. M. (1999). Issues in environmental conscious manufacturing and product recovery: A survey. *Computers & Industrial Engineering*, 811-853.
- Gün, M. S. (2014). *İmalat İşletmelerinde Çevreci Tedarik Zinciri Yönetiminin Rekabet Önceliklerine Etkisi: Türkiye' de Ampirik Bir Çalışma*, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş, 66-103.
- Gürel, O., Acar, A. Z., Önden, I., Gümüş, I. (2015). *Determinants of the green supplier selection*. 3rd International Conference On Leadership, Technology and Innovation Management, Procedia - Social and Behavioral Sciences. 181, 131 – 139.
- Güzel, D. (2011). *Tedarik Zinciri Bütünleşmesi, Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları ve İşletme Performansı Arasında ki İlişki Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, 150-180.
- Hamdan, S. and Cheaitou, A. (2017). *Green supplier selection and order allocation using an integrated Fuzzy TOPSIS, AHP and IP approach*. The 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, IEEE, Dubai, UAE, 79-88.
- Handfield, R., Ernest, L., Nichols, Jr. (1999). *Introduction to supply chain management*. New Jersey: Prentice Hall, 2-47.
- Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe R., Melnyk, S. A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: a study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 141, 70-87.
- Hashemi, S. H., Karimi, A., Tavana, M. (2015). An integrated green supplier selection approach with Analytic Network Process and improved Grey Relational Analysis. *International Journal of Production Economics*, 159, 178-191.
- Hervani, A., A., Helms, M., M., Sarkis, J. (2005). *Performance measurement for green supply chain management*. Benchmarking, 4(12), 330-352.
- Ho, J. C., Shalishali, M. K., Tseng, T. L., Ang, D. S. (2009). Opportunities in green supply chain management. *The Coastal Business Journal*, 8(1), 18-30.
- Ho, W. R. J., Tsai, C. L., Tzeng, G. H., Fang, S. K. (2011). Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM. *Expert Systems with Applications*, 38, 16-25.
- Hundal, M. (2000). *Design for recycling and remanufacturing*. International Design Conference-Design 2000, Dubrovnik: University of Zagreb, 1-6.

- Hsu, C. W., Hu, A. H. (2008). Green supply chain management in the electronic industry. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2(5), 208.
- Hsu, C. ve Hu, A. H. (2009). Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. *Journal of Cleaner Production*, 17, 255-264.
- Junior, F. R. L., Osiro, L., Carpinetti, L. C. R. (2014). A Comparison between fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21, 194-209.
- Kabak, M., Kazançoğlu, Y. (2012). Bulanık Analitik Hiyerarşi yöntemiyle öğretmen seçimi ve bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İBBF Dergisi*, 14(1), 95-111.
- Kafa, N., Hanı, Y., El Mhamedı A. (2013). *Sustainability performance measurement for green supply chain management*. 6th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics The International Federation of Automatic Control. Center for Information Tecnology Renato Archer , Fortaleza, Brazil, 382-390.
- Karaer, F., Pusat, T. (2002). ISO 14001 çevre yönetim sistemi standardının otomotiv yan sanayine uygulanması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 7(1), 11- 20.
- Karasu, I. F. (2006). *Tedarik Zincirinin Yapısı ve İşleyişi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Kasap, G. (1998). Global ticaretin pasaportu: ISO 14000 – Çevre Yönetim Sistemi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(4), 1-12.
- Kasap, G. C., Peker, D. (2011). Çevreci bir yaklaşım: Yeşil tasarım. *Business and Economics Research Journal*, 2(2), 101-116.
- Korkankorkmaz, N. (2012). *Yalın ve Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimine İlişkin Bir Araştırma*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.
- Kumar Mangla, S., Pradeep Kumar, P. and Kumar Barua, M. (2015). Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 375-390.
- Laari, S., Töyli, J., Solakivi, T., Ojala, L. (2016). Firm performance and customer-driven green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 112(3), 1960-1970.
- Laari, S., Töyli, J., Ojala, L. (2016). Supply chain perspective on competitive strategies and green supply chain management strategies. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1303-1315.
- Lu, L. L. Y, Wu, C. H., Kuo, T. C. (2007). Environmental principles applicable to green supplier evaluation by using multi-objective decision analysis. *International Journal of Production Research*, 45, 4317-4331.

- Mangla, S. K., Kumar P., Barua, M. K. (2015). Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources Conservation and Recycling*, 16.
- Mason, T. (1996). Getting your suppliers on the team. *Logistics Focus*, 4(1), 10-12.
- Nemli, E. (2000). *Çevreye duyarlı işletmecilik ve Türk sanayisinde çevre yönetim sistemi uygulamaları*. İstanbul: SO Yayınları, 20-34.
- Nunes, B. T. S., Marques, S., Ramos, R. E. B. (2004). *A theoretical approach for green supply chain*. 2. World Conference on Production and Operation Management, Cancun – Mexico, 1-17.
- Noci, G. (1997). Designing 'Green' vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(2), 103-114.
- Noorizadeh, A. (2014). *Green Supplier Selection Via Multiple Criteria Data Envelopment Analysis*, Master's Thesis, Lappeenranta University of Technology School of Industrial Engineering and Management, 19-25.
- Ofluoğlu, G. (2007). İnsan kaynağı seçiminde çok ölçütlü karar verme yöntemleri: Etkileşimli beklenti düzeyi yaklaşımı. *Kamu-İs Dergisi*, 9(1), 85.
- Opricovic, S., Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: Va comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- Opricovic, S., Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with other outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178, 514-529
- Ömürbek, N., Tunca, M. Z. (2013). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci yöntemlerinde grup kararı verilmesi aşamasına ilişkin bir örnek uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F.Dergisi*, 18(3), 47-70.
- Önder, G., Önder, E. (2014). *Çok kriterli karar verme yöntemleri*. Bursa : Dora Yayınları, 21-64.
- Özbek, A. (2014). Tedarikçi Seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 5(11), 76-99.
- Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23, 87-96.
- Özesen, E. (2009). *Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Ambalaj Sanayinde Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Paksoy, T., Pehlivan, N., Özceylan, E. (2012). Fuzzy multi-objective optimization of a green supply chain network with risk management that includes environmental hazards. *International Journal of Production Research*, 51(8), 2443-2461.
- Peker, D. (2010) *Çevresel Performansın Geliştirilmesinde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, Bursa, 25-28.
- Pujari, D., Wright, G., Peattie, K. (2003). Green and competitive influences environmental new product development performance. *Journal of Business Research*, 56, 657– 671.
- Ross, D. F. (1998). *Competing through supply chain management: Creating market – winning strategies through supply chain partnerships*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 58-66.
- Rostamzadeh R., Govindan K. , Esmaeili A., Sabaghi M. (2014). Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices. *Ecological Indicators*, 49, 188-203.
- Rezaei J., Nispeling T., Sarkis J. and Tavasszy, L. (2016). A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method. *Journal of Cleaner Production*, 135, 577-588.
- Saaty, T. (2008). The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: Applications to decisions under risk. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 122-196.
- Sarkis, J. (2003). A strategic decision making framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production* , 11(4), 397-409.
- Sarkis, J., Zhu, Q., Lai, K. (2010). An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economic* ,130, 1-15.
- Sarı, K. (2017). A novel multi-criteria decision framework for evaluating green supply chain management practices. *Computers & Industrial Engineering*, 105, 338-347.
- Scur, G., Barbosa, M. E. (2017). Green supply chain management practices: multiple casestudies in the brazilian home appliance industry. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1293-1302.
- Shang, K., Lu, C., Li, S. (2010). A taxonomy of green supply chain management capability among electronics-related manufacturing firms in Taiwan. *Journal of Environmental Management*, 91, 1218-1226.
- Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., Diabat, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preference. *Resources, Conservation and Recycling*, 74, 170– 179.

- Simpson, D., Power, D., Samson, D. (2007). Greening the automotive supply chain: A relationship perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, 27(1), 28–48.
- Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80.
- Supçiller, A. A., Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSİS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *Ekonometri ve İstatistik E-Dergisi*, 13, 1-22.
- Tagraf, H. (2002). Küreselleşme süreci ve çokuluslu işletmelerin küreselleşme sürecine etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3 (2), 33–47.
- Tayyar, N., Arslan P. (2013). Hazır giyim sektöründe en iyi fason işletme seçimi için AHP ve VIKOR. *Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 340-358.
- Tong, L. I., Chen, C. C., Wang, C. H. (2007). Optimization of multi-response processes using the VIKOR method. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 31, 1049–1057.
- Tramarico, C. L., Salomon, V. A. P., Marins, F. A. S. (2017). Multi-criteria assessment of the benefits of a supply chain management training considering green issues. *Journal Of Cleaner Production*, 142, 249-256.
- Türkay, A. B. (2015). *Yeşil Satın Alma ve Yeşil Tedarikçi Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 30-45.
- Tzeng, G.H., Lin, C.W., Opricovic, S.( 2005). MultiCriteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. *Energy Policy*, 33, 1373-1383.
- Uygun, Ö., Dede, A. (2016). Performance evaluation of green supply chain management using integrated fuzzy multi-criteria decision making techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 102, 502-511.
- Yılmaz, E. (2012). Bulanık AHP ve VIKOR yöntemi ile bütünleşik tedarikçi seçimi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 33(2), 331-354.
- Yontar, İ. (2006). *ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardı ve Türkiye’de Durum Analizi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Yu, P. L. (1973). A Class of solutions for group decision problems. *Management Science*, 19(8), 936-946.
- Zhu, Q., Sarkis, J. and Lai, K. (2008). Green supply chain management implications for closing the loop. *Transportation Research*, 1-18.
- Zhu, W., He Y. (2017). Green product design in supply chains under competition. *European Journal of Operational Research*, 258, 165–180.






Wu, C., Barnes, D. (2016). An integrated model for green partner selection and supply chain construction. *Journal of Cleaner Production*, 112(3), 2114–2132.












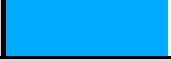
EK-1. Ana kriterler için tutarlılık oranı

| 3. Results             |  |         |
|------------------------|--|---------|
| Normal                 |  | Hybrid  |
| Inconsistency: 0.03389 |  |         |
| YEŞİL DEP~             |  | 0.04727 |
| YEŞİL İMAJ             |  | 0.07158 |
| YEŞİL TAS~             |  | 0.19830 |
| YEŞİL ÜRE~             |  | 0.46593 |
| ÇEVRE YÖN~             |  | 0.21692 |





EK-2. Yeşil tasarım kriterleri için tutarlılık oranı

| 3. Results                      |  |                                 |
|---------------------------------|--|---------------------------------|
| Normal <input type="checkbox"/> |  | Hybrid <input type="checkbox"/> |
| Inconsistency: 0.02795          |  |                                 |
| Eco Dizay~                      |  | 0.08110                         |
| Geri Dönü~                      |  | 0.57690                         |
| Zararlı M~                      |  | 0.34200                         |




EK-3. Yeşil üretim kriterleri için tutarlılık oranı

| 3. Results             |   |         |
|------------------------|---|---------|
| Normal                 |   | Hybrid  |
| Inconsistency: 0.05156 |   |         |
| Yeşil Üre~             |  | 0.69096 |
| Üretimde ~             |  | 0.09140 |
| Üretimde ~             |  | 0.21764 |





EK-4. Yeşil imaj kriterleri için tutarlılık oranı

| 3. Results                      |   |                                 |
|---------------------------------|---|---------------------------------|
| Normal <input type="checkbox"/> |   | Hybrid <input type="checkbox"/> |
| Inconsistency: 0.06875          |   |                                 |
| Mevcut Mü~                      |  | 0.24618                         |
| Pazar Payı                      |  | 0.31391                         |
| Çevresel ~                      |  | 0.22926                         |
| Çevresel ~                      |  | 0.21065                         |

EK-5. Yeşil depolama kriterleri için tutarlılık oranı

| 3. Results                      |   |                                 |
|---------------------------------|---|---------------------------------|
| Normal <input type="checkbox"/> |   | Hybrid <input type="checkbox"/> |
| Inconsistency: 0.06376          |   |                                 |
| Hurda Mal~                      |  | 0.33131                         |
| Stok Sev.~                      |  | 0.28943                         |
| Çevre Dos~                      |  | 0.37926                         |

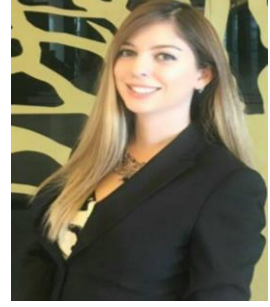
EK-6. Çevre yönetim sistemi kriterleri için tutarlılık oranı

| 3. Results                      |   |                                 |
|---------------------------------|---|---------------------------------|
| Normal <input type="checkbox"/> |   | Hybrid <input type="checkbox"/> |
| Inconsistency: 0.03044          |   |                                 |
| ISO 14001~                      |  | 0.54948                         |
| Sürekli İ~                      |  | 0.06497                         |
| Yeşil Sür~                      |  | 0.14661                         |
| Çevre Pol~                      |  | 0.23894                         |

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜNAY, Sıla Nur  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 30.09.1990, Ankara  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (507) 393 78 30  
e-mail : [silanurgunay@gmail.com](mailto:silanurgunay@gmail.com)



### Eğitim

| Derece        | Eğitim Birimi                              | Mezuniyet tarihi |
|---------------|--|------------------|
| Yüksek lisans | Gazi Üniversitesi /Endüstri Mühendisliği   | Devam Ediyor     |
| Lisans        | Selçuk Üniversitesi /Endüstri Mühendisliği | 2013             |
| Lise          | Ulubey Anadolu Lisesi                      | 2009             |

### İş Deneyimi

| Yıl          | Yer                        | Görev                     |
|--------------|----------------------------|---------------------------|
| 2013 -2014   | YETER MAKİNA               | Kalite Yönetim Temsilcisi |
| 2015 - Halen | RADSAN ELEKTROMEKANİK A.Ş. | Üretim Planlama Sorumlusu |

### Yabancı Dil

İngilizce



*GAZİ GELECEKTİR..*